



**Raquel Costa
Santos**

**Impacto das Alterações Climáticas nas Abelhas:
Tradução e Glossário**



**Raquel Costa
Santos**

**Impacto das Alterações Climáticas nas Abelhas:
Tradução e Glossário**

Projecto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Tradução Especializada, realizado sob a orientação científica da Doutora Otilia da Conceição Pires Martins, Professora Associada com Agregação do Departamento de Línguas e Culturas da Universidade de Aveiro.

Aos meus familiares e amigos que sempre me apoiaram na realização dos meus sonhos.

o júri

presidente

Doutora Maria Fernanda Amaro de Matos Brasete
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro (Vice-Directora do Curso de Mestrado)

vogais

Doutor António Carlos Matias Correia
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro (Arguente)

Doutora Otilia da Conceição Pires Martins
Professora Associada com Agregação da Universidade de Aveiro (Orientadora)

agradecimentos

Este projecto não representa, apenas, o resultado de muitas horas de estudo, reflexão e trabalho durante as diversas etapas que o constituem. Assume-se, igualmente, como o culminar de um objectivo académico a que me propus, mas que não teria sido possível sem a ajuda de várias pessoas a quem gostaria de exprimir, aqui, a minha profunda gratidão:

- à Prof.^a Doutora Otilia Pires Martins, minha Orientadora, por ter partilhado comigo o que sabe, pelas suas recomendações e conselhos transmitidos durante a elaboração deste projecto, pela sua disponibilidade, orientação e apoio constante na superação dos diversos obstáculos;

- ao Prof. Doutor António Murilhas, da Universidade de Évora, cujo contributo desinteressado e generoso se revelou decisivo para a elaboração deste projecto;

- à Dra Margaret Gomes, pelo seu bom-humor contagiante, pelas suas aulas que tanto me ensinaram, pelo esclarecimento e revisão de questões relativas à língua inglesa;

- à Dra Cláudia Ferreira, por me ter guiado ao longo do meu percurso académico e sempre ter feito prova de uma disponibilidade indefectível;

- aos meus pais, pelo apoio constante e pelos ensinamentos e, acima de tudo, por me oferecerem a oportunidade que eles não tiveram: a de levar mais longe a aquisição de saberes fundamentais para enfrentar o futuro;

- à Luísa, ao Pedro e à Tânia, pelo interesse que demonstraram pelo meu projecto e por me terem sempre incentivado, sobretudo nos momentos em que o cansaço e o desânimo me invadiam;

- aos meus colegas e amigos de curso, em especial à Ana Catarina, pela sua presença constante, ao longo do meu percurso universitário, pela pessoa que é, e pela sua amizade sincera.

A todos quero reafirmar o meu reconhecimento sincero.

palavras-chave

Tradução especializada, terminologia, abelha, *Apis*, alterações climáticas, saúde, doenças, biodiversidade, diversidade genética.

resumo

As abelhas existem há mais de 20 milhões de anos e exerceram, desde sempre, sobre o Homem, um especial fascínio, misto de curiosidade, receio e interesse. O papel destes insectos é, incomensuravelmente, mais importante do que se julga, e qualquer modificação radical no seu ecossistema ou habitat poderá trazer consequências directas para a vida do planeta.

A essência deste projecto reside na tradução de um artigo científico acerca das repercussões das alterações climáticas nas abelhas. Tratando-se de um texto rico em terminologia técnica, apresenta, também, um glossário de termos específicos.

Nos capítulos que enformam o Relatório, propõe-se uma reflexão crítica de todo o trabalho desenvolvido para a concretização do projecto, enunciando os diferentes momentos de concepção do trabalho, descrevendo e analisando todas as suas especificidades – nomeadamente, as dificuldades encontradas aquando da tradução bem como as soluções propostas para as mesmas.

keywords

Specialized translation, terminology, bee, *Apis*, climate change, health, diseases, biodiversity, genetic diversity.

abstract

Bees have existed for over 20 million years and have always evoked feelings of fascination, curiosity and fear in humans. The role of these insects is far more important than is generally thought and any drastic change in their ecosystem or natural habitat will have direct consequences on life on this planet.

The aim of this project is to translate a scientific article on the subject of the consequences of climate change on bees. As it is an article which is rich in technical terminology, a glossary containing specific terminology is also included.

In the Report chapter, the objective is to critically evaluate all the work involved in the development of this project, identifying its different stages and describing and analyzing its specificities, namely the translational difficulties and the justifications for the proposed solutions to overcome them.

Mots-clés

Traduction spécialisée, terminologie, abeille, *Apis*, changements climatiques, santé, maladies, biodiversité, diversité génétique.

Résumé

Les abeilles existent depuis plus de 20 millions d'années et ont toujours exercé sur l'Homme, une grande fascination, mélange de curiosité, de crainte et d'intérêt. Le rôle de ces insectes est bien plus important qu'on ne l'imagine car une modification radicale dans leur écosystème ou habitat peut entraîner des conséquences directes sur la vie même de la planète.

L'essence de ce travail consiste dans la traduction d'un article scientifique concernant les répercussions des changements climatiques sur les abeilles. S'agissant d'un texte riche en terminologie technique, il comprend, aussi, un glossaire de termes spécifiques.

La partie du travail ayant trait au «Rapport» présente une réflexion critique de l'ensemble du travail effectué pour la mise en place de ce projet, ainsi que la description et l'analyse de toutes ses spécificités – notamment, les difficultés rencontrées tout au long du processus de traduction et les solutions proposées.

Índice

Introdução	19
Contextualização, enquadramento e objectivos	21
I. Subsídio para uma história das abelhas	23
A ameaça da extinção das abelhas: breve reflexão	25
II. Público-alvo	29
1. Breve reflexão sobre a tradução	31
2. Algumas particularidades da tradução científica	31
3. O público-alvo ou a definição dos destinatários de um artigo científico	33
3.1. Técnicos	33
3.2. Estudantes	35
3.3. Apicultores	35
3.4. Agricultores	36
3.5. Público em geral	36
III. Descrição e Análise do artigo	39
1. Origem e conteúdo	41
2. Elementos estruturais e estilísticos do texto	43
IV. Análise do processo tradutológico	47
1. Artigo	49
1.1. Ferramentas electrónicas & Corpus	49
1.2. Incoerências no texto de partida	52
1.2.1. Ambiguidades	53
1.2.2. Erro	54
1.3. Estrangeirismos	55
1.4. Expressões idiomáticas	57
1.5. Elementos frásicos	58
1.6. Notas de rodapé	60
2. Glossário	61
3. Revisão	62
Conclusão	65
VI. Referências na elaboração deste projecto	69
VII. Apêndices	79
1. Texto de partida	81
2. Texto de chegada	97
3. Glossário	113

“Traduzir [...] é refazer o caminho sobre o rasto que a erva invade num instante [...]. O que fazemos não é apenas passar de uma língua para outra língua, atravessamos também um rio [...] para passar um dia no outro mundo”.

(Marina Tsvetaïeva, *Correspondance à trois*, Paris, Gallimard, 1983, p. 17)

“É provável que se uma tradução completa do universo pudesse ser feita, nos tornássemos eternos”.

(Marcel Proust, *La Matinée chez la Princesse de Guermantes*, Paris, Gallimard, 1983, p. 580)

Introdução

Contextualização, enquadramento e objectivos

O projecto que aqui apresentamos surge como parte integrante de uma unidade curricular, no âmbito do Mestrado em Tradução Especializada, que contempla os domínios científicos inerentes às áreas da Saúde e das Ciências da Vida.

A estrutura do projecto encontra-se claramente definida nas normas que regem os trabalhos científicos do referido Mestrado e é essencialmente composta por três partes distintas: a tradução de um artigo científico de francês para português, um glossário técnico elaborado a partir dos termos mais técnicos e específicos da temática central do artigo e, por último, um relatório no qual se deve proceder à análise crítica de todo o trabalho efectuado.

O respeito dos parâmetros preconizados pela Universidade de Aveiro para a elaboração de um projecto desta natureza, nomeadamente no que diz respeito às normas específicas de formatação, foi uma constante: o *layout* da capa e das páginas iniciais, a cor da área científica (no nosso caso, o azul escuro) e a formatação do corpo do texto. O presente trabalho encontra-se, também, em formato digital, possibilitando assim um conjunto de aplicações práticas futuras.

Este trabalho académico tem, como objectivo, enriquecer as nossas competências tradutológicas, integrando e aplicando todos os conhecimentos adquiridos ao longo da Licenciatura em Tradução e do Mestrado em Tradução Especializada.

No momento de definirmos o objecto do nosso trabalho, procedemos a uma pesquisa aturada, explorando as duas áreas atrás enunciadas, para, finalmente, fixarmos a nossa escolha num artigo científico que nos mereceu particular atenção: o texto que acabaríamos por eleger como *corpus* do nosso Projecto, insere-se na área da Apicultura, campo que não nos era muito familiar mas que nos surgiu como uma proposta interessante para explorar.

O artigo analisa o impacto que as alterações climáticas exercem na saúde de um determinado ser vivo, mais concretamente um insecto cujo papel é fundamental na conservação da biodiversidade – a abelha.

Apesar de termos frequentado duas unidades curriculares dedicadas aos *Fundamentos em Ciência*, estamos longe de dominar as diversas terminologias científicas dos domínios das Ciências da Saúde e de Vida. A nossa abordagem surgirá, assim, marcada por um cariz mais idiomático, talvez; no entanto, a nossa preocupação de corresponder à especificidade dos termos científicos utilizados no texto de partida conduziu-nos a procurar apoio junto de um especialista na matéria.

O tema da influência das alterações climáticas na saúde pareceu-nos assaz pertinente, inspirando-nos um interesse que justificava tornar-se o centro do nosso Projecto. Surgiram, assim, várias propostas interessantes relacionadas com a temática, nomeadamente os assuntos relacionados com os efeitos do meio ambiente nas alterações reprodutivas e comportamentais do homem, doenças infecciosas (bactérias e vírus ou vectores como a dengue e a malária), bem como algumas doenças respiratórias ou cardiovasculares resultantes destes efeitos.

Para o sucesso de um trabalho de tradução conducente a um Projecto de Mestrado, a escolha do tema revela-se um factor determinante e fundamental. Assim sendo, numa fase inicial, dedicámos algum tempo de pesquisa e de reflexão à temática abordada no artigo, tendo em consideração alguns aspectos relevantes: trata-se, a nosso ver, de um tema actual, interessante e enriquecedor, sendo uma mais-valia poder ter um tratamento académico. Por outro lado, a nossa preocupação incidiu, também, sobre a possível utilidade e importância futura que o tema que nos propusemos desenvolver possa vir a revelar na área em questão e no contexto específico da tradução.

I. Subsídio para uma história das abelhas

A ameaça da extinção das abelhas: breve reflexão

“Si l’abeille venait à disparaître, l’humanité n’aurait plus que quelques années à vivre”.

(Albert Einstein)

Não sendo, de modo algum, nossa pretensão, levar a cabo um estudo exaustivo sobre a problemática científica das condições – cada vez mais frágeis – da existência das abelhas e das razões que ameaçam essa existência, colocando em risco a sua continuidade ou sobrevivência, é nosso intuito esboçar, aqui, uma breve reflexão, a fim de tornar mais perceptíveis, a um público alargado, os diversos aspectos da questão em análise.

Ao longo dos últimos anos, tem-se assistido, um pouco por todo mundo, a um curioso fenómeno de desaparecimento em massa das abelhas. A engenheira agrónoma Andrea Chasqueira, estudiosa de Apicultura, afirma que as abelhas “estão a fugir das colmeias, sem regressar”. A utilização de pesticidas na agricultura, os parasitas, as infecções bacterianas e virais, bem como as alterações climáticas são algumas das possíveis teorias existentes para explicar as causas desta calamidade. No entanto, e apesar dos esforços de muitos cientistas, este fenómeno por esclarecer, aparenta ser de solução mais complexa do que a expectável e, caso esta situação não se reverta rapidamente, prevêem-se períodos extremamente difíceis para o planeta.

As abelhas são essenciais na conservação da biodiversidade pois polinizam numerosas espécies vegetais. A relação existente entre flores e abelhas resulta num benefício mútuo. Se por um lado esta relação permite às abelhas obter o néctar e o pólen, produtos indispensáveis à sua sobrevivência, por outro lado, permite também que as plantas beneficiem desta visita assegurando a sua polinização. Actualmente, este processo continua a assumir um carácter da mais elevada importância, embora nem sempre seja avaliado nas suas verdadeiras dimensões.

As borboletas, as aves, os besouros e o próprio vento são agentes polinizadores. Contudo, não substituem o papel preponderante da abelha na natureza, isto porque a abelha é a mais importante e eficiente polinizadora do mundo, polinizando cerca de 80% das nossas principais culturas, como as frutas, os legumes, as nozes, as sementes e até mesmo algumas fibras como o algodão. Deste modo, torna-se perceptível como o declínio desta espécie pode ter repercussões muito sérias na produção agrícola, e consequentemente, no nosso fornecimento alimentar.

De acordo com o boletim do Ministério da Agricultura, entre 2004 e 2007, morreram cerca de 3,5 biliões de abelhas no nosso país. Apesar deste declínio, o presidente da Federação Nacional dos Apicultores em Portugal (FNAP) afirma que a situação ainda não é preocupante, mas que pode vir a ser, a “curto prazo”. Noutros países, a situação tomou proporções mais graves. Nos Estados Unidos, a segunda maior potência de apicultura a seguir à China, desapareceram mais de 60% das populações de abelhas em 24 estados.

É também importante referir que a abelha acarreta um peso importante a nível económico. Nos Estados Unidos, por exemplo, o valor dos serviços prestados na polinização pelas abelhas supera os 15 biliões de dólares. Por sua vez, é importante relembrar que dependemos deste insecto, na produção de produtos como o mel, a cera, a geleia real e a apitoxina para diversos fins farmacêuticos, cosméticos e têxteis. Para além de se tratar de produtos essenciais para o nosso bem-estar, o declínio desta espécie, causará gradualmente um impacto económico desastroso para essas indústrias.

O desaparecimento das abelhas tem estimulado o lançamento de uma investigação global, na qual cientistas e apicultores lutam, numa corrida contra o tempo, para detectar a causa de tal colapso. A verdade é que estes polinizadores continuam a desaparecer inexoravelmente, e este fenómeno não pode, de todo, ser ignorado.

Sendo a abelha tão importante na vida do homem e do próprio planeta, e estando em perigo e possivelmente em vias de extinção, um projecto de tradução especializada que elege como tema central o impacto das alterações climáticas nas abelhas, surge, de imediato, como um trabalho apelativo porque, à sua realização, se vem, de imediato, juntar a noção de utilidade. Com efeito, este nosso projecto de investigação visa permitir uma maior compreensão e divulgação da temática em questão, servindo, simultaneamente, como apoio e complemento informativo ao futuro público interessado

na área. Como já vimos anteriormente, as actividades produzidas pelas abelhas são indubitavelmente necessárias no mundo inteiro, tanto a nível social como ambiental e económico. Portugal, não foge à regra, produzindo cerca de doze mil toneladas de mel por ano. Cabe a todos nós consciencializarmo-nos e actuarmos antes que a extinção das abelhas se torne uma realidade. Deste modo, a informação torna-se numa ferramenta fundamental, por permitir a sua divulgação ao público e, por conseguinte, alertar e sensibilizar o maior número de pessoas. A divulgação e disponibilização de conteúdos relacionados com abelhas em várias línguas, permite ao público, essencialmente constituído por cientistas e apicultores, unir esforços e pode até desencadear descobertas relevantes para solucionar as causas deste desaparecimento.

Porém, e comparativamente com as outras línguas, a informação e o conteúdo científico relativo às abelhas é escasso na língua portuguesa. Nesse sentido, pretende-se que o leitor se sirva desta tradução de modo a tomar conhecimento dos diversos elementos de reflexão sobre as alterações climáticas na vida das abelhas. Em suma, espera-se que os elementos deste trabalho contribuam para uma panorâmica mais ampla sobre a problemática e envolvimento deste notável e misterioso insecto.

Este trabalho foi também realizado com o intuito de alertar e prevenir o público sobre esta problemática que põe em causa a extinção de um dos nossos maiores polinizadores.

Não existe nenhum substituto artificial para a polinização capaz de executar de forma tão rápida, eficaz e competente o trabalho de uma abelha. Os efeitos, a longo prazo, do declínio deste insecto, poderão ser extremamente prejudiciais à nossa alimentação, uma vez que as frutas e os produtos hortícolas decrescerão vertiginosamente. A escassez destes alimentos, que os nutricionistas tanto estimulam para o nosso consumo quotidiano, torná-los-á cada vez mais difíceis de obter e, consequentemente, mais dispendiosos.

Os polinizadores têm sofrido com a industrialização, a perda de habitats e a constante urbanização. Sendo o homem o principal responsável pela alteração do ambiente das abelhas, é a ele que cabe também a responsabilidade de tomar medidas de prevenção para evitar o desaparecimento desta espécie.

É urgente que o mundo interrompa, mesmo que por breves instantes, o ruído ensurdecedor da sua inimizabilidade e ouça o eco das palavras visionárias mas sensatas de um génio do século XX, Albert Einstein, argumentando que sem abelhas “não há polinização, não há plantas, não há animais, não há homem”.

II. Público-Alvo

1. Breve reflexão sobre a tradução

Arte para uns, profissão para outros, apesar das suas inúmeras contingências e limitações, a tradução assenta em regras linguísticas e extra-linguísticas, revelando-se como um meio privilegiado para a disseminação de saberes e de informação. Com efeito, a tradução permite que conhecimentos herméticos, porque se encontram em línguas estrangeiras, por vezes raras e difíceis, se abram ao mundo. A arte de traduzir permite, assim, que ao “atravessar os espelhos da bruma”, esse “estranho estrangeiro” que é o *Outro* surja menos “diferente”, mais próximo.

A tradução existe, desde sempre, mas só muito recentemente (no século XX) se assistiu à sua eclosão como área do saber, abrindo-se e submetendo-se ao questionamento dos teóricos que tentam responder às várias dúvidas que ela suscita: o que é? para que serve? como se articula? qual a sua justificação?

E se é verdade que a tradução nasce da necessidade de comunicação entre falantes de línguas diferentes mas não se limita, como o afirma Susan Bassnett, a procurar meras “correspondências”, estamos no dealbar de uma aventura enriquecedora, nos diversos níveis do conhecimento (literário, técnico, científico, cultura geral), sobretudo para os países das línguas em questão.

Quer as ciências humanas e sociais, quer, sobretudo, as ciências exactas, e, no caso que nos interessa, as ciências da saúde e da vida, são terreno propício para um constante enriquecimento através do progresso e da inovação constantes, justificando-se, pois, a existência de tradutores especializados, capazes de contribuir para a sua circulação, nos mais diversos países.

2. Algumas particularidades da tradução científica

Se em textos de natureza literária, ao tradutor é permitido optar por várias interpretações, dependendo da sua sensibilidade, já em textos de natureza técnica ou

científica, talvez por serem mais objectivos, o grau de subjectividade e interpretação é praticamente nulo.

A tradução científica exige, por parte do tradutor, um conjunto de competências que vão desde o domínio aprofundado das duas línguas em causa no momento de verter de uma para outra; a capacidade de utilização de ferramentas adequadas ao exercício prático da tradução; capacidades investigativas e metodológicas; um amplo conhecimento do domínio científico no qual se inserem os textos passíveis de tradução, desde logo, um vocabulário altamente especializado nas duas línguas e, ainda, uma cultura geral, aspecto essencial que não pode ser descurado, sob pena de não se ser capaz de interpretar o verdadeiro sentido dos textos, por falta de referenciais sobre situações, acontecimentos e domínios cuja implicação, no texto de partida, é evidente. É ainda, por demais, óbvio, que o tradutor está investido de uma dupla responsabilidade: para com o(s) autor(es) do texto de partida e para com os leitores da versão traduzida. Não desrespeitando nunca o conteúdo do primeiro, deverá torná-lo claro e acessível para estes últimos.

Segundo a concepção – amplamente conhecida e discutida - de Umberto Eco, a tradução supõe – exige – da parte do tradutor, a capacidade de apreender o modo como funciona uma determinada língua, isto é, o seu “sistema” e a sua “estrutura” para se recriar um novo sistema e uma nova estrutura capazes de inspirar ao leitor da versão traduzida as mesmas - ou idênticas - emoções que “o texto de partida” terá provocado nos seus leitores.

Deste modo, neste “texto de chegada” que é a nossa tradução de um artigo científico, pretendemos que este permaneça semelhante ao texto de partida. A finalidade primordial deste trabalho consiste em disponibilizar o referido artigo, também em língua portuguesa, mantendo, no entanto, as características e funções do texto original.

Se, por um lado, nos devemos preocupar com a “fidelidade”¹ ao texto de partida, é também função do tradutor, preocupar-se com o destinatário. Com efeito, o “público-alvo” surge, no quadro de uma tradução, como um factor de grande relevância porque é através das características desse destinatário que o tradutor será conduzido a moldar o seu texto. Deste modo, o tradutor deve ter em consideração alguns aspectos relevantes

¹ A questão da fidelidade e da traição, no âmbito específico da tradução, que se traduz, de modo paradigmático, na máxima italiana “traduttore, traditore”, foi já amplamente abordada por especialistas, quer de modo mais tradicional, quer de modo mais arrojado.

como o nível educacional e cultural, a situação geográfica do país, o estatuto socioeconómico, o sexo, a raça e a religião do seu público-alvo. Tais aspectos conduzem, até, a uma nova visão do papel do tradutor e da importância da tradução que, até há bem pouco tempo, eram olhados sob um prisma algo redutor: a tradução era considerada uma arte menor, subalterna, sobretudo porque se sublinha a perspectiva de uma dependência incontornável, do texto de partida. Actualmente, os estudiosos da matéria, tentam desmitificar esses aspectos

3. O público-alvo ou a definição dos destinatários de um artigo científico

O artigo que escolhemos, como base do nosso Projecto, provém de uma revista conceituada no universo científico, pressupondo, desde logo, um vasto grupo de leitores/destinatários. E porque se trata de um artigo científico sobre o impacto das alterações climáticas nas abelhas, pode subentender-se que este se dirige, mais especificamente, a especialistas e técnicos na área da Apicultura. No entanto, se considerarmos que a revista, para além de ser comercializada, também se encontra integralmente disponível na internet², pode afirmar-se que qualquer leitor interessado na temática – não necessariamente profissional – terá acesso fácil ao referido artigo. Desta forma, o texto poderá também atingir um público mais amplo e geral.

Tentaremos, assim, enumerar e analisar, de forma mais detalhada, os principais possíveis destinatários deste artigo, isto é, técnicos, estudantes, agricultores, apicultores, mas também o público em geral.

3.1. Técnicos

Parece-nos por demais óbvio que os técnicos que trabalhem directamente no sector da apicultura, particularmente na produção ou comercialização de mel, serão os primeiros visados pela investigação realizada pelos dois investigadores/autores do artigo em apreço. O mel, enquanto produto final da apicultura, possui como característica principal, o seu sabor e este está intrinsecamente relacionado com o meio ambiente em que é produzido. Compreende-se, assim, que este artigo possa despertar o interesse de

² http://www.oie.int/fr/fr_index.htm

técnicos que trabalhem nesta área, quer sejam técnicos de produção ou técnicos de comercialização. Ambos têm, obrigatoriamente, de prestar especial atenção à saúde das abelhas e o habitat no qual elas evoluem. Ora, o artigo sublinha, justamente, a importância do meio-ambiente, nomeadamente, o modo como as alterações climáticas afectam a população apícola, porque essas alterações e os impactos que elas produzem nos produtos e subprodutos desse meio ambiente (abelhas e mel) são directos e afectam todo o ecossistema. O técnico de comercialização entende que é relevante ou até fulcral para a apicultura ter em conta estas alterações, visto que afectam de modo directo o produto que ele pretende comercializar.

No sector da apicultura comercial, todos os subprodutos estão sujeitos, de forma directa, ao meio ambiente, e por conseguinte às alterações climáticas:

- **criação de rainhas** – está comprovado que a introdução de uma rainha fecundada, numa colónia de abelhas, mantém uma margem percentual de sucesso, superior àquela em que se permite à colónia criar uma nova rainha, porque se evitam eventuais demoras na formação de uma nova rainha, más fecundações ou o desaparecimento desta no voo de fecundação. A rainha seleccionada terá de ser comercializada com garantia de qualidade, estando esta última, em grande parte, dependente do meio ambiente em que é criada;
- **mel** – o principal produto da apicultura, que toca um público-alvo mais amplo, é também o que mais interessa ao técnico comercial. Para melhor entender este subproduto e a forma como as alterações climáticas o modificam, devemos considerar o caso de uma colónia de abelhas, localizada numa região de clima variável. Sabendo que as alterações climáticas podem atrair ou afastar abelhas de uma determinada região, é de grande pertinência para a comercialização deste produto, cuja elevada qualidade é essencial, que as alterações climáticas não afectem a região na qual estão situadas as colónias, de modo a não perder aquele que, no fundo, é o sustento desta actividade: as abelhas.

3.2. Estudantes

Também para os estudantes, nomeadamente na área da Apicultura, da Zoologia, ou da Biologia, o artigo poderá apresentar considerável interesse porquanto este apresenta um caso de estudo, explicando o impacto do clima num ecossistema. O artigo em análise explica a importância das alterações climáticas na apicultura em geral mas, sobretudo, sublinha um aspecto essencial e que se prende com o facto de estas alterações assumirem importância alargada já que elas interferem directamente com todo o ecossistema. Trata-se, pois, de um exemplo paradigmático de como um único elemento, num ecossistema tão amplo e complexo, pode ser responsável pela modificação de todo o ecossistema. Perante tal fenómeno, a perplexidade e as incertezas inspiram, inevitavelmente, questionamentos, que têm de ser respondidos:

- Como seria o mundo sem a actual diversidade genética destes seres?
- De que modo a biodiversidade seria afectada?
- Como é que as alterações climáticas causam alterações comportamentais e fisiológicas nas abelhas e como é que tais alterações se repercutem na biodiversidade de todo um ecossistema?

O artigo que traduzimos, de francês para português, e que nos serve de base para o nosso Projecto, pretende, deste modo, fundamentar e elucidar algumas dessas questões.

3.3. Apicultores

O artigo interessa, também, por certo, os apicultores, já que refere um problema ambiental de não pouca importância, directamente relacionado com o objecto principal da sua actividade. Interessa as várias áreas de actividade da apicultura, desde a escolha de localização para iniciar esta actividade até à própria manutenção e criação das abelhas. Um pouco por todo o mundo, os apicultores têm verificado uma tendência para a diminuição da polinização e as alterações climáticas são frequentemente apontadas como a principal causa deste declínio da polinização. Nos últimos anos, em que a

temperatura parece ter aumentado, os apicultores vêm sentindo um aumento gradual e sensível dos efeitos nefastos das alterações climáticas, levando, em muitos casos, ao desaparecimento ou diminuição de certos tipos de vegetação de que se alimentam as abelhas.

O facto mais preocupante para os apicultores encontra-se relacionado com o período de 30 dias em que as abelhas estão mais activas. Se durante este tempo, elas não se alimentarem regularmente, a rainha não conseguirá substituir as obreiras, o que significa que no Inverno as gerações de abelhas não serão suficientemente renovadas. Tal facto só será desvendado ao apicultor no ano seguinte, quando este verificar que as suas abelhas são as mesmas do ano anterior, com consequências negativas e imediatas: as abelhas mais velhas são menos produtivas.

3.4. Agricultores

O artigo pode, ainda, interessar aos agricultores em geral, na medida em que a abelha é, de facto, o polinizador de maior importância a nível mundial – as abelhas são responsáveis por cerca de 80% da polinização. Tendo em conta que as culturas estão dependentes do factor polinização, esta informação é de relevo para quem depende directamente do sucesso destas culturas como meio de subsistência. Um estudo de 2001, intitulado *Economic value of the pollinating service provided by bees in Switzerland*” e realizado por dois investigadores suíços, P. Fluri e R. Frick (disponível em TEEBweb.org), revela o valor inestimável do trabalho das abelhas em toda a agricultura, não se limitando à produção de mel. Segundo estes investigadores, o trabalho das abelhas rende 300 milhões de francos suíços por ano, considerando apenas o trabalho de fertilização de frutas e de legumes comestíveis. Compreender-se-ia, assim, o interesse do agricultor em saber mais sobre este seu parceiro natural que, para além de tornar possível um incremento do volume de produtos, permite também melhorar a qualidade das sementes e da frutificação, através da polinização de flores. Desde que o agricultor comum compreenda a importância das abelhas no seu trabalho, passa também a perceber se e como as alterações climáticas poderão ou não afectar a população de abelhas da região na qual ele está inserido.

3.5. Público em geral

O trabalho das abelhas vai muito para além do produto pelo qual são popularizadas, o mel. O valor ecológico das abelhas é imensurável: sem abelhas a diversidade da flora e da fauna seria drasticamente reduzida. E se, hoje em dia, se deve aplaudir a existência de uma crescente preocupação e interesse do ser humano pelas outras espécies e pela natureza, importa também realçar o modo como certas transformações da natureza, por mais insignificantes que pareçam, podem trazer mudanças bruscas ao nosso modo de vida, ao modificarem os mais pequenos pilares de todo um ecossistema.

O exemplo das alterações climáticas e o seu impacto nas populações de abelhas revela-se ideal para dar a entender este conceito ao público em geral, mas também para o sensibilizar para este problema. Não existe um real conhecimento universal sobre o verdadeiro valor destes seres, nomeadamente o valor das suas acções e interacções com a natureza. Possibilita-se, assim, também ao público em geral, que compreenda como todos os elementos da natureza são de decisiva importância, até mesmo estes ínfimos, e aparentemente insignificantes, seres que, em boa verdade, são responsáveis pela polinização de tanta flora e servem de indicadores do estado de um determinado ecossistema.

III. Descrição e Análise do artigo

1. Origem e conteúdo

O texto de partida, que elegemos como objecto do nosso estudo, intitula-se “Changements climatiques: impact sur les populations d’abeilles et leurs maladies” e encontra-se publicado no volume 27 (2) da *Revue scientifique et technique* (*International Office of Epizootics*) de 2008, dedicada a um tema mais abrangente: *Changement climatique: impact sur l’épidémiologie et les stratégies de contrôle des maladies animales* (pp.485 e 497).

A designação da própria Revista indica claramente que se trata de uma publicação científica, vocacionada para a divulgação de estudos de índole técnico-científica. A sua edição encontra-se a cargo da Organização Mundial da Saúde Animal (OIE) que tem por finalidade promover e coordenar, através de artigos de especialistas, toda a informação relativa ao mundo animal.

Bernard Vallat, o seu actual director, membro de várias Academias científicas e veterinárias no mundo e o Prof. Paul-Pierre Pastoret, chefe de redacção, possibilitam que, em cada ano, a revista publique um volume composto por três números temáticos, sendo o terceiro número uma selecção de artigos elaborados espontaneamente por autores do mundo inteiro. A coordenação de cada número temático é entregue a um perito de renome internacional – os artigos são redigidos por peritos profissionais no sentido de ajudar a divulgar o tema em estudo. Os artigos são publicados em inglês, francês ou em espanhol. Em certos casos, são publicados em duas línguas e encontram-se sempre acompanhados de resumos nas três línguas.

O artigo que nos ocupa é apresentado em co-autoria, situação pouco corrente no domínio das Humanidades mas muito comum no universo das Ciências e das Tecnologias. Perecebemos, aliás, no decurso de uma breve pesquisa sobre os dois autores, que os dois cientistas, Yves Le Conte (Director de Investigação do INRA de Avignon) e Maria Navajas (Institut National de la Recherche Agronomique,

desenvolve a sua investigação no Laboratório de Biologia e Protecção da Abelha, da Universidade de Avignon e a segunda dedica-se ao estudo da Genética evolutiva de espécies de artrópodes devastadores, mas ambos se preocupam com o fenómeno do desaparecimento, em massa, da abelha (sobretudo a partir de 1995), nos mais diversos pontos do planeta. A importância do declínio deste polinizador de excepção surge, nos artigos dos dois cientistas, quer individualmente, quer em conjunto, como uma constante, tentando alertar para o grave perigo ambiental que ameaça os diversos ecossistemas.

É, precisamente, o caso do artigo que nos propusemos traduzir e analisar, cujo conteúdo aborda o impacto que as alterações climáticas têm, já, e poderão vir a ter, de modo inequívoco, no comportamento e fisiologia da abelha e na sua distribuição, bem como na evolução das suas interacções com as doenças. As afecções destes seres poderão causar, indubitavelmente, grandes transtornos a nível económico, social e ambiental.

Ao alertar para a existência dessas doenças e para a premência de as controlar, o estudo contribui para uma maior sensibilização da população especializada, dos apicultores, do público em geral mas também para as entidades competentes, governamentais, que detêm a responsabilidade de proteger o planeta. Uma das características desta publicação reside na disponibilização, *online*, dos resultados de pesquisas altamente especializadas, no contexto de problemas práticos colocados pela protecção da saúde animal e pela saúde pública veterinária. Estes últimos constituem um aspecto fundamental na melhoria da produção animal e da protecção da saúde humana.

De uma forma sintética e genérica, o artigo aborda, inicialmente, estudos relacionados com a distribuição geográfica das espécies do género *Apis*, em várias regiões do mundo - os autores auxiliam-se, para tal, de alguns mapas representativos dessa distribuição - e referem, também, as grandes potencialidades para a colheita do mel da espécie *Apis mellifera* (abelha de origem europeia) e a grande capacidade de adaptação desta última.

A segunda parte do artigo é dedicada às doenças e aos parasitas da abelha, nomeadamente, ácaros, protozoários, bactérias e vírus. Nesta parte do texto, são descritos os seus efeitos e o modo como eles actuam nas abelhas. Seguidamente, o artigo centra-se em questões inerentes à influência do clima nas abelhas e no

desenvolvimento da flora. Através de exemplos concretos, o artigo descreve as influências directas das alterações climáticas na fisiologia e no comportamento das abelhas, bem como na sua própria distribuição. Por outro lado, são enunciadas algumas questões referentes à influência do clima, no desenvolvimento da flora, e a produção do néctar e do pólen que se encontram ligados à actividade da colheita do pólen e ao desenvolvimento das colónias.

Finalmente, o artigo sublinha a necessidade – a urgência – de tomar medidas de protecção, a fim de evitar o desaparecimento desta riqueza inestimável que é a diversidade genética das abelhas e conservar os ecótipos que constituem a essência da biodiversidade a nível mundial.

2. Elementos estruturais e estilísticos do texto

Após a leitura atenta do artigo, procedemos a uma análise do vocabulário e dos elementos estruturais e estilísticos do texto. A nível de estruturação, o segmento inicial do artigo indica o título, os autores, o resumo e as palavras-chave. Note-se que o resumo desempenha um papel fundamental uma vez que expõe, sinteticamente, ao leitor, os objectivos do artigo, a metodologia usada para solucionar o problema e os resultados alcançados. Neste caso particular, o resumo é bilingue, em francês e em espanhol, o que, estamos em crer, decorre directamente do facto de serem essas as línguas maternas dos dois autores. Parece-nos ser, esta particularidade, digna de nota, já que o inglês surge, na quase totalidade dos casos, como a “língua franca”, aquela que mais pontes consegue estabelecer entre o objecto de estudo e o público-alvo em geral.

Segue-se a parte mais importante do artigo – o seu conteúdo –, desenvolvido, de forma coerente e assaz rigorosa, bem ao espírito francês, por uma introdução, um desenvolvimento e uma conclusão seguidos de um conjunto de referências a todo o material utilizado na sua produção, como livros e artigos, essenciais para uma mais completa informação ao leitor. De todo este aparato formal e, obviamente, do rigor do seu conteúdo, pode depreender-se que estamos perante um documento de cariz técnico e científico.

Na sua formatação, o artigo apresenta um texto dividido em colunas e recorre a imagens e legendas, de forma a possibilitar uma melhor compreensão dos conteúdos e conceitos abordados.

No campo semântico, o artigo apresenta um carácter informativo, objectivo, conciso e de ordem racional. As frases são, na sua maioria, breves e o uso de orações subordinadas é evitado.

No processo de tradução de algumas dessas frases, o resultado era um registo pouco elegante, na língua portuguesa. Assim, uma das nossas preocupações tradutológicas, assentou na construção de frases mais longas, obtendo, assim, um discurso menos “sincopado” e uma melhor qualidade textual e, simultaneamente, uma maior coerência de sentido. O artigo apresenta um discurso indirecto e/ou plural majestático, uma ausência metafórica e uma adjectivação reduzida. A título de exemplo, o parágrafo que transcrevemos, proveniente do texto de partida, corrobora algumas dessas características atrás descritas:

L’impact du changement climatique sur l’abeille peut s’envisager à plusieurs niveaux. Il peut agir directement sur leur comportement et leur physiologie. Il peut modifier la qualité de l’environnement floral et augmenter, ou réduire, les capacités de récoltes et de développement des colonies. Il peut définir de nouvelles aires de répartition des abeilles et entraîner de nouveaux rapports de compétition entre espèces et races d’abeilles, ainsi qu’entre leurs parasites et pathogènes.

Do ponto de vista formal do discurso, estamos, de uma forma genérica, perante um texto compreensível, pelo modo como a temática é descrita ao leitor, de forma simples e expositiva. Contudo, o artigo apresenta algum vocabulário mais específico, proveniente de uma terminologia vocacionada para especialistas da área científica na qual se insere, mais precisamente a apicultura e biologia. Como posteriormente se verá, foram esses termos científicos que levantaram maior dificuldade no processo de tradução. O texto contém, ainda, algumas construções frásicas, e diversos elementos linguísticos e culturais que colocaram alguns entraves na elaboração do nosso trabalho.

Antes de iniciar qualquer tradução, é elementar que o tradutor estude o seu texto de partida, verificando os elementos estruturais e estilísticos que o compõem e a especificidade do vocabulário. No caso de se tratar de um texto com muitos termos técnicos, caberá ao tradutor perceber o seu conteúdo e a realidade a que se referem, de modo a evitar interpretações deturpadas, contra sentidos e outras fragilidades tradutológicas e linguísticas.

Neste sentido, e antes de iniciarmos a fase tradução, tornou-se essencial efectuar pesquisas sobre os temas abordados no artigo original. Este enriquecimento de

conhecimentos possibilitou uma maior compreensão do assunto, que por conseguinte contribui para a elaboração da tradução.

Outra das nossas preocupações residiu no facto de o texto de chegada dever manter a mancha gráfica do texto de partida. Para o efeito, o texto traduzido foi formatado segundo as estruturas e as características do texto original.

De acordo com a análise efectuada, torna-se visível que o texto científico se distingue de outros tipos de textos, essencialmente, devido às suas especificidades. Ao longo da tradução, foi nossa preocupação constante, respeitar essas mesmas características, indo ao seu encontro, de modo a obter um texto de partida, ainda que ligeiramente diferente na sua forma escrita, por força das necessidades de adequação linguística, mas sempre, o mais fiel possível, ao nível do sentido.

IV. Análise do processo tradutológico

1. Artigo

1.1 Ferramentas electrónicas & *Corpus*

O vocabulário técnico utilizado no documento constituiu uma das dificuldades. No sentido de colmatar estes obstáculos, recorreremos a diversas ferramentas informáticas que referiremos no capítulo dedicado às fontes bibliográficas e outros recursos. Algumas dessas ferramentas merecem particular destaque pela recorrência com que foram utilizadas: é, por exemplo, o caso do IATE, a base terminológica da União europeia, que nos permitiu ir ao encontro de vários termos relacionados com a área da biologia e da genética. Porém, e apesar da sua grande utilidade nessas áreas, o IATE apresentou alguma debilidade no que concerne à terminologia apícola. Esta dificuldade prendeu-se, essencialmente, com a ausência, na sua base de dados, de alguns termos, ou ainda por nos darmos conta que outros, ainda que existentes, apresentavam uma tradução duvidosa ou até mesmo incorrecta. Deste modo, e de forma a colmatar essas lacunas, tomámos a iniciativa de utilizar outras bases de apoio para a elaboração do nosso trabalho.

O *corpus* crítico, isto é, o conjunto de textos que nos serviram como base de análise para a descrição e o estudo do tema em questão, surge, neste contexto, como uma das ferramentas essenciais, utilizada com grande regularidade, porquanto nos permitiu ir colmatando as lacunas já anteriormente assinaladas.

A escolha dos textos para a criação do *corpus* foi efectuada de forma meticulosa, tendo sempre em conta que esses textos deveriam manter um registo elevado, do ponto de vista técnico. Quer isto dizer que a terminologia dos textos paralelos que compõem o *corpus* crítico é obrigatoriamente específica desta área. Torna-se essencial seleccionar textos similares ao texto de partida e ter em conta características como o vocabulário, a estrutura, o grau de especificidade do texto e o público-alvo porque, quanto mais

específico for esse *corpus* referencial, mais exacta e bem sucedida será o produto final da tradução. A elaboração do corpus foi efectuada através de dois principais motores de busca: o *Google* e o *Yahoo*. Para contornar o obstáculo que é o excesso de ‘lixo’ que grassa na internet, circunscrevemos a nossa busca a contextos exclusivamente científicos, em “sítios” de renome, com o intuito de averiguar a credibilidade e qualidade dos termos. Esta última abordagem é de extrema importância, uma vez que diferencia de forma vincada a elaboração de uma boa a má tradução.

O conjunto de documentos seleccionados para o corpus crítico revelaram-se de grande utilidade para a elaboração da nossa tradução, no entanto, devemos salientar um texto, em particular. Trata-se de um documento da FNAP – Federação Nacional dos Apicultores de Portugal –, no qual são descritos, de forma técnica, os sintomas das doenças associadas à criação e às doenças das abelhas. Este documento, intitulado “Manual de sanidade apícola”, foi um complemento precioso para o nosso projecto, já que se trata de um texto rico em terminologia apícola e nos permitiu encontrar diversos termos essenciais, dos quais destacamos: vírus de paralisia aguda, nose-mose, criação, varroose, micose, loque americana e europeia, hemolinfa, acarapisose, entre outros.

A massa de documentos críticos que elegemos como suporte da nossa tradução, resultou extremamente benéfica, pois para além de flexível, poupou-nos tempo de pesquisa e contribuiu para a qualidade do produto final.

Para além desta ferramenta, duas outras tiveram também um papel importante neste projecto, principalmente na verificação e elucidação de algumas dúvidas no que diz respeito ao francês e ao português.

Le Grand Dictionnaire Terminologique (GDT) possibilitou, de acordo com as suas definições, uma maior compreensão e esclarecimento sobre o teor de alguns termos provenientes do texto de partida. Por sua vez, e por se tratar de uma tradução para português, a outra ferramenta digna de referência, é configurada pelo Dicionário Priberam da Língua Portuguesa (DPLP). Contrariamente ao *Grand Dictionnaire Terminologique*, este não possui um domínio tão específico, a nível de terminologia; no entanto, surge como uma ferramenta de grande utilidade para se trabalhar com textos em língua portuguesa.

Note-se que, curiosamente, a utilização desses dois dicionários monolíngues acabou por se revelar bem mais útil do que inicialmente esperado.

Assim, e tendo referido as principais ferramentas utilizadas ao longo do trabalho, apresentamos, aqui, um quadro com alguns dos exemplos mais expressivos de termos e de expressões técnicas que nos suscitaram algum questionamento e exigiram uma maior pesquisa, quer a nível tradutológico, quer a nível semântico:

Francês	Português
ouvrières nourrices	abelhas jovens
glandes nourricières	glândulas hipofaríngeas e mandibulares
fleurs de lavande	flores de lavandula
insectes piqueurs	insectos picadores-sugadores
pucerons des sapins	afídeos
variante israélienne du virus de la paralysie aiguë	variante israelita do vírus da paralisia aguda
rameaux évolutifs	ramos evolutivos
couvain	criação
hémolymph	hemolinfa
parasitose	parasitose
vecteurs actifs	vectores activos
butineuse	obreira em pastoreio
molécules acaricides	moléculas acaricidas
microsporide	microsporídio
pondre	postura de ovos
la floraison des bruyères	floração das urzes
rayon	favo
brassage génétique	combinações genéticas
hybrides interraciaux	colónias híbridas
couvain plâtre	micose
ouvrières nourrices	Abelhas nutrízes
Termoréguler	termorregular
syndrome de dépopulation des colonies	síndrome do colapso das colónias
microscopie électronique par balayage	microscopia electrónica de varrimento
agrumes	citrínos
guêpier	abelharuco

1.2. Incoerências no texto de partida

No decurso da tradução verificámos algumas incoerências no texto original, tanto a nível gramatical como a nível de construções frásicas. Estes aspectos suscitaram-nos algumas questões directamente relacionadas com a origem (nacionalidade, língua materna etc.) dos autores do texto de partida. Após algumas pesquisas e de acordo com a análise efectuada, considerando que um dos autores é claramente de nacionalidade e língua materna francesas (Yves Le Conte), contrariamente a Maria Navaja que nos parece ser de origem hispânica (Espanha ou América Latina, de língua espanhola), concluimos que o artigo terá sido redigido, originalmente, em inglês e só depois, vertido para francês, como estipulado pela política editorial da Revista onde o artigo está publicado e que já tivemos ocasião de descrever. Nessa segunda etapa, uma dúvida permanece: o texto terá sido traduzido para francês por um dos dois autores ou por um tradutor não profissional? Em qualquer dos casos, podemos afirmar que a versão francesa não prima pela elegância estilística nem pela correcção morfossintáctica.

Face às incoerências existentes no texto original, cabe ao tradutor, limar as imperfeições existentes no texto partida, de modo a que a sua tradução resulte o mais exacta possível, do ponto de vista da justeza da informação ou saber que o texto de partida quer transmitir.

Nem sempre é fácil detectar determinadas “gralhas” num texto original; daí ser fundamental que o tradutor possua um conhecimento acrescido em ambas as línguas, sobretudo quando se trata de idiomas com especificidades muito próprias, como é o caso da língua francesa e da língua portuguesa, reconhecidamente complexas e “difíceis”. Segundo Vinay e Darbelnet:

[...] Le passage d’une langue A à une langue B, pour exprimer une même réalité X, passage que l’on dénomme habituellement traduction, relève d’une discipline particulière, de nature comparative [...] (1958: 20)

Deste modo, e seguindo esse raciocínio, verifica-se que transpor fielmente o significado de um texto para outro idioma requer competência e mestria, tanto na língua de partida como na língua de chegada.

1.2.1. Ambiguidades

O texto de chegada deve possuir, como é óbvio, as mesmas características que o documento de partida. Deste modo, a tradução final deve obedecer à mesma estrutura e à mesma mensagem que o documento original:

Il nous semble donc nécessaire de déplacer le centre de gravité des problèmes théoriques de la traduction, des considérations sur la langue vers les considérations sur le message. (PERGNIER, 1978: 17).

Para além das importantes considerações face à língua, Pergnier foca a importância da mensagem transmitida no texto de chegada. Não se trata apenas de transferir o conteúdo de uma língua para a outra, mas sim, de adaptar, da melhor forma possível, os recursos linguísticos, no intuito de conferir clareza e coesão à exposição de conteúdos.

O objectivo do tradutor é tornar compreensível o texto, na língua de chegada, mesmo que para isso seja necessário contornar ou adaptar alguma informação.

Paul Valéry, que se considerava, a si mesmo e a todos os poetas, um “engenheiro” das palavras, afirmava ser preciso estar atento à estrutura, sendo, para isso, necessário “sentir e seguir o ritmo do oceano de palavras que jorra da alma do escritor”. O mesmo se passa com o tradutor que deve preocupar-se em seguir o ritmo de um determinado texto, deixando-se levar por ele. Desde que a fidelidade ao texto original se mantenha, o tradutor deve “ousar” expressões ou construções frásicas mais apropriadas na língua de chegada, não se cingindo a uma tradução quase, ou praticamente, literal.

Ao longo da tradução, deparámo-nos com certas ambiguidades no texto de partida. Foi, pois, necessário interpretar e decodificar a mensagem de modo a que a tradução se tornasse clara – sem, no entanto, trair o original. A afirmação de André Joly, demonstra exemplarmente e, de forma resumida, esta ideia:

Le traducteur est donc une *fonction double*. On pourrait dire que c’est un actant “à double effet”: (a) il a la fonction de lecteur -”décodeur”, (b) il a aussi celle de traducteur- interprète, “encodeur” et “transcodeur”. Il a du même coup une *double allégeance*, ce dernier terme étant pris au sens historique d’obligation de fidélité”: allégeance envers l’auteur ou écrivain, allégeance envers le lecteur. (JOLY)

Por sua vez, os seguintes exemplos demonstram algumas das interpretações e das adaptações que foi essencial efectuar, na tradução, face às ambiguidades do documento original:

Francês	Português
Si l'impact précis que ces facteurs pourront avoir sur l'abeille dans un contexte de changement climatique est incertain, nous disposons d'une multitude de données indiquant leur influence directe dans le développement des abeilles.	Se é verdade que o impacto específico que estes factores podem exercer sobre a abelha, num contexto de mudança climática, se revela incerto, nós dispomos, por outro lado, de uma quantidade considerável de dados que atestam a sua influência directa no desenvolvimento das abelhas.
Or, si le changement climatique induit des hivers plus chauds, <i>A. mellifera</i> devrait donc s'adapter vers un cycle sans arrêt de couvain qui en fera un hôte potentiel pour <i>Tropilaelaps</i> .	Ora, se a alteração climática provoca invernos mais quentes, a <i>A. mellifera</i> deveria, consequentemente, adaptar-se a um ciclo de criação ininterrupta que levaria à formação de um potencial hospedeiro para <i>Tropilaelaps</i> .

1.2.2. Erro

Um bom tradutor profissional deve identificar, por mais ínfimas que sejam, as diferentes incoerências do texto original. Esses erros podem ficar a dever-se a diversos motivos: distrações, erros de digitação ou até mesmo à falta de conhecimento do autor. É importante que o tradutor esteja alerta e se aperceba desses erros, de forma a não cometer, ele próprio, erros na sua tradução.

No âmbito do nosso Projecto, detectámos, no artigo, um erro que diz respeito à concordância de uma forma verbal. A forma *sélectionnés*, particípio passado do verbo *sélectionner*, apresenta um erro ao nível da concordância que deveria fazer-se a com a palavra “races”, substantivo feminino e plural:

C'est ce qui arrive facilement aux abeilles hybrides (croisements de plusieurs races sélectionnés par les apiculteurs) qui se développent très vite au printemps).

Pensamos poder concluir que se trata de uma distração, por parte dos autores (ou do tradutor?) do artigo, que incide sobre o substantivo, masculino, plural, “croisements”. Desta forma, corrigimos a forma verbal, propondo a seguinte tradução:

Tal acontece frequentemente às abelhas híbridas (cruzamentos de várias raças seleccionadas pelos apicultores) [...]

1.3. Estrangeirismos

É, de certo modo, natural, que uma língua se nutra de outras, geralmente de cultura dominante. Sendo os Estados Unidos uma das maiores potências mundiais, é compreensível que o seu idioma adquira força e assuma influências noutras línguas. Segundo Câmara Júnior (1989, p. 269), os empréstimos abarcam “[...] todas aquelas aquisições estrangeiras que uma língua faz em virtude das relações políticas, comerciais ou culturais, propriamente ditas, com povos de outros países”.

A língua portuguesa recebe e adota, no seu dia-a-dia, diversos vocábulos oriundos do estrangeiro, particularmente, empréstimos da língua inglesa (anglicismos). Não é, pois, de todo, surpreendente, verificarmos a existência de termos provenientes de outros países em inúmeros artigos científicos portugueses.

No artigo que traduzimos, deparámo-nos com um anglicismo no texto de partida: “*pool* génétique”. Procurámos entender o significado do termo e através de um dicionário³ francês sobre genética obtivemos a seguinte definição:

[...] ensemble de gènes que possède en commun un groupe d’êtres vivants, animaux ou végétaux, appartenant à la même espèce et vivant dans le même milieu au même moment.

Após algumas pesquisas, constatámos que a maior parte dos textos em português, mantém, tal como em francês, o anglicismo, isto é, “*pool* genético”. Contudo, decidimos aprofundar o assunto e após termos apreendido o significado deste termo, verificámos a existência de uma expressão portuguesa que se adequa, perfeitamente, a esse contexto – “fundo genético”.

³ http://fr.encyclopedia.msn.com/dictionary_2016024837/pool.html

Contudo, trata-se de um termo com um menor número de ocorrências no motor de busca *Google* (cerca de 332), comparativamente com as ocorrências do anglicismo (cerca de 2.220).

O *Infopédia* (Enciclopédia e Dicionários Porto Editora) propõe-nos a seguinte definição de “fundo genético”:

Também designado por *genetic pool*, é o conjunto de genes e a totalidade das alterações cromossómicas dos factores extracromossómicos existentes numa dada população.

Como podemos verificar, ambas as definições, retratam o mesmo conteúdo e significado, comprovando assim a fiabilidade e a credibilidade do termo em português.

Apesar de se tratar de um termo menos frequente (de acordo com as ocorrências no *Google* – nas páginas de Portugal), optámos pela expressão “fundo genético” na tradução, uma vez que esta é intrinsecamente portuguesa, seguindo, assim, o que preconiza Schmitz (2004, p. 95):

É necessário um pouco de bom-senso [...]. [Muitos estrangeirismos] (grifo do autor) são desnecessários, mas os termos no momento são essenciais para a progressão temática do discurso.

Parafraseando Schmitz, os estrangeirismos são, de facto, essências para a progressão temática de um discurso, sobretudo, se não existirem termos substitutos nessa língua. Neste caso específico, o anglicismo no texto de chegada torna-se desnecessário uma vez que existe, na nossa língua, um termo para esse fim. Sendo um texto traduzido para português, faz todo o sentido, optar-se por “fundo genético” ao invés de “*pool* genético”.

Ao adoptarmos este tipo de raciocínio, para além de proporcionarmos uma maior vulgarização da expressão, reforçaremos o campo lexical da nossa língua portuguesa.

1.4. Expressões idiomáticas

Traduire, c'est donc transposer un texte et son contexte d'une langue-culture(1) à une langue-culture(2). En d'autres termes, quand on traduit, on ne devrait pas seulement traduire des textes, c'est-à-dire des mots dans des phrases (ce qui est bien trop souvent le cas), mais les contextes pas lesquels ils sont portés, du plus étroit au plus large. (André JOLY)

Como sabemos, a tradução é muito mais do que a substituição de uma língua de partida por uma língua de chegada. É um processo que não envolve apenas a língua, mas também a cultura e o contexto. Ao longo da tradução, deparámo-nos com algumas expressões idiomáticas que foi necessário adaptar para a língua portuguesa de modo a obtermos um texto coerente.

As expressões idiomáticas ou as expressões populares exigem por parte do tradutor, um profundo conhecimento, simultaneamente, da língua materna e da língua estrangeira. Traduzir estas expressões é ter em conta a especificidade de cada tipo de texto, mas também a especificidade de cada língua, de cada povo, dos seus usos e costumes e da sua própria expressividade. No entanto, existem casos em que não existe equivalente da expressão na língua de chegada. Para contornar esse obstáculo, o tradutor deverá ter um conhecimento alargado de ambas as línguas de modo a ser capaz de interpretar correctamente o significado da expressão em questão, não criando qualquer tipo de ambiguidades na língua de chegada. As seguintes expressões populares foram retiradas do documento em análise e são um perfeito exemplo daquilo que foi referido anteriormente:

- C'est sur la variabilité génétique de l'abeille que l'adaptation aura prise, d'où l'intérêt de veiller à conserver cette variabilité.

- Qu'en est-il des modifications du climat sur les productions de miellat?

Não existindo uma expressão totalmente equivalente em português, optámos por uma tradução aproximada do seu significado.

Para a primeira expressão, propomos, assim, a seguinte tradução:

É sob variabilidade genética da abelha que incidirá a adaptação; daí a importância de manter a conservação desta variabilidade.

E para a segunda expressão, a seguinte solução:

Quais as consequências das alterações do clima nas produções de meladas?

1.5. Elementos frásicos

Num domínio linguístico, será importante referir e descrever as problemáticas referentes a alguns elementos frásicos.

O discurso inicial dos dois autores do artigo original apresenta-se, talvez por uma preocupação de clareza e coerência por parte dos mesmos, um tanto entrecortado, com frases excessivamente curtas. Como a transposição do texto original, para a língua portuguesa, resultava num discurso demasiado sintético, quase escolar, tomámos a liberdade de modificar algumas frases ou passagens do texto, a fim de o tornar mais elegante por um lado e mais cuidado, por outro.

Eis alguns exemplos em que ficam claras todas as adaptações que foram necessárias para melhorar o texto de chegada, ao nível das construções e da língua em geral:

Francês	Português
L'impact du changement climatique sur l'abeille peut s'envisager à plusieurs niveaux. Il peut agir directement sur leur comportement et leur physiologie. Il peut modifier la qualité de l'environnement floral et augmenter, ou réduire, les capacités de récoltes et de développement des colonies. Il peut définir de nouvelles aires de répartition des abeilles et entraîner de nouveaux rapports de compétition entre espèces et races d'abeilles, ainsi qu'entre leurs parasites et pathogènes.	O impacto da alteração climática na abelha pode ser encarado a diferentes níveis: pode actuar directamente sobre o seu comportamento e a sua fisiologia; pode modificar a qualidade do ambiente floral e aumentar, ou reduzir, as capacidades de colheitas e de desenvolvimento das colónias; pode definir novas áreas de distribuição das abelhas e levar a novos tipos de competição entre espécies e raças, bem como entre os seus parasitas e patogénicos.

Par contre, les écotypes locaux mieux adaptés aux conditions environnementales sont “plus prudents” et se développent plus lentement au printemps jusqu’à cette période de froid, à l’issue de laquelle ils se reproduisent très vite. Ils ne mettent pas en péril la survie de la colonie. Il faut donc distinguer les écotypes locaux qui doivent ajuster leur développement et leurs réserves au climat et les abeilles hybrides sélectionnées par les apiculteurs.	Ao invés, os ecótipos locais, melhor adaptados às condições ambientais, revelam-se “mais prudentes” e desenvolvem-se mais lentamente, na primavera, até à estação fria, depois do qual eles se reproduzem a grande velocidade, não colocando em perigo a sobrevivência da colónia. É portanto necessário distinguir os ecótipos locais que têm de adaptar o seu desenvolvimento e as suas reservas ao clima e as abelhas híbridas seleccionadas pelos apicultores.
Les abeilles ajustent leur comportement aux conditions météorologiques. Elles ne sortent pas lorsqu’il pleut, et par grosse chaleur elles vont récolter de l’eau et ventilent la colonie. Une modification du climat aura donc un impact direct sur ce type de comportements des abeilles.	As abelhas adaptam o seu comportamento às condições meteorológicas: não saem quando chove; e em períodos de grande calor procuram água e ventilam a colónia. Uma mudança do clima terá, portanto, um impacto directo neste tipo de comportamentos específicos nas abelhas.
Il y a donc en France, les défenseurs de la race noire locale, écotypes bien adaptés à leur biotope, et ceux qui importent et utilisent des abeilles hybrides pour assurer de meilleures récoltes.	Existem, pois, em França, duas tendências opostas: por um lado, os defensores da raça preta local, ecótipos bem adaptados ao seu biótipo; por outro, os que importam e utilizam as abelhas híbridas para assegurar melhores colheitas.
Le climat froid a stoppé sa progression vers le Nord. Les changements climatiques favoriseront l’extension de son aire de distribution. Des mesures ont été prises pour éviter l’importation de ce ravageur en Europe où il est considéré comme potentiellement dangereux.	O clima frio bloqueou a sua progressão em direcção ao norte mas as alterações climáticas tendem a favorecer a extensão da sua área de distribuição. Já foram tomadas medidas para evitar a importação desta praga para a Europa, onde é considerado como potencialmente perigoso.
<i>Nosema cerana</i> est une autre espèce de microsporide, proche de <i>N. apis</i> (12). Elle parasite <i>A. cerana</i> et est passée sur <i>A. mellifera</i> au cours d’échanges de matériel génétique. Elle a été identifiée récemment en Europe (12, 15). Depuis, on la trouve partout dans le monde. Les signes qu’elle induit chez l’abeille sont différents de ceux causés par <i>N. apis</i> .	<i>Nosema cerana</i> é uma outra espécie de microsporídeo, próxima de <i>N. apis</i> (12) que parasita <i>A. cerana</i> e passou para <i>A. mellifera</i> por meio de trocas de material genético. Foi recentemente identificada na Europa (12,15) e, desde então, encontramos-la espalhada no mundo inteiro. Os sinais que <i>Nosema cerana</i> induz na abelha são diferentes dos sinais causados pelo <i>N. apis</i> .

1.6. Notas de rodapé

Por último, importa ainda referir alguns aspectos adicionais que, no âmbito das traduções, assumem relativa importância. Aludimos, por exemplo, à indicação em nota de rodapé, de algumas informações adicionais e pertinentes, relativas a alguns termos ou questões mais específicas. No início do documento encontramos um conjunto de informações relativas aos autores *Y. Le Conte* e *M. Navajas*:

Y. Le Conte (1) & M. Navajas (2)

(1) Institut national de la recherche agronomique (INRA), UMR 406 Abeilles et environnement (INRA / UAPV), Laboratoire Biologie et protection de l'abeille, Site Agroparc, Domaine Saint-Paul, 84914 Avignon Cedex 9, France

(2) Institut national de la recherche agronomique (INRA), UMR CBGP (INRA / IRD / CIRAD / Montpellier SupAgro), Campus international de Baillarguet, CS 30016, 34988 Montferrier-sur-Lez Cedex, France

Os acrónimos aqui representados dizem maioritariamente respeito a Universidades, Institutos e Centros de pesquisa francesa. Torna-se, pois, necessário, adicionar, em nota de rodapé, no texto de chegada, uma explicitação desses acrónimos franceses, de modo a que o público português fique elucidado quanto ao seu teor e significação. Assim, os leitores saberão, por exemplo, que o termo *Montpellier SupAgro* diz especificamente respeito ao centro Internacional de Estudos Superiores em Ciências Agronómicas. O mesmo acontece com os seguintes exemplos:

- *UMR* – Unidade Mista de Pesquisa;
- *UAPV* – Universidade de Avignon e da Região de Vaucluse
- *CBGP* – Centro de Biologia e de Gestão das Populações
- *IRD* – Instituto de Investigação para o Desenvolvimento
- *CIRAD* – Centro de Cooperação Internacional em Investigação Agronómica para o Desenvolvimento.

Por outro lado, como alguns destes acrónimos não existem na língua portuguesa, torna-se indispensável explicitá-los. Um perfeito exemplo disso é o caso do acrónimo francês designado por *cedex*, que se refere ao Correio Empresarial a Distribuição Excepcional. Ao introduzir as notas de rodapé, o tradutor contribui, por um lado, a

elucidar o público acerca de determinadas designações que não conhece, ao mesmo tempo que fornece uma tradução detalhada e de qualidade.

2. Glossário

O objectivo de um glossário consiste, particularmente, em reunir termos técnicos de uma dada arte ou ciência. Deste modo, e tratando-se, aqui, de um projecto que incide na tradução especializada, faz todo o sentido elaborar uma base terminológica incidindo sobre o domínio em questão: a Apicultura.

Assim, extraímos, ao longo da tradução, os termos mais pertinentes e com maior grau de especificidade para a elaboração do presente glossário. Este último encontra-se disponível no apêndice – e é composto por 50 termos com os respectivos campos: definição e contexto. Para além de conferir a este trabalho maior riqueza e profissionalismo, permite melhor compreender a natureza de determinados termos e as suas especificidades.

Como se trata de um artigo cujo conteúdo pode vir a destinar-se a um público-alvo mais amplo, este glossário também poderá funcionar como um mini-dicionário para todos aqueles que não se sentirem familiarizados com o universo da apicultura. Permitirá aos leitores consultar o glossário quando estes não conhecerem ou tiverem dúvidas em relação à significação de alguns termos ou situações retratados no artigo.

Tratando-se de um tema relacionado com apicultura, a elaboração do glossário nem sempre foi fácil, uma vez que a maior parte das ferramentas bilingues electrónicas não providencia a tradução dos respectivos termos. Por outro lado, os dicionários/glossários portugueses *online*, relativos à biologia e à genética são bastante escassos e limitados. A esse nível, a língua francesa e a língua inglesa apresentam mais recursos (diversificação de dicionários, maior informação e terminologia sobre a abelha e a apicultura) na *web* em comparação com a língua portuguesa.

As fontes utilizadas na elaboração do glossário encontram-se discriminadas na secção bibliográfica do projecto. No entanto, importa realçar algumas ferramentas manuais que se tornaram fundamentais para a execução desta parte do projecto.

O estudo de Armin Spurgin, *Apicultura*, revelou-se uma ferramenta de grande utilidade porquanto nos serviu de base à transposição de alguns termos e suas respectivas definições no glossário.

Por outro lado, e tendo em conta as lacunas existentes na língua portuguesa, no que concerne as definições e os contextos de determinados termos, procurámos, também, recursos manuais franceses e ingleses sobre a área da Apicultura. Desta forma, foi necessário traduzir a informação existente nesses documentos a fim de completarmos o nosso glossário português.

Alguns desses documentos foram fundamentais para esta etapa do trabalho e merecem particular destaque: é o caso de alguns glossários provenientes dos livros *The wisdom of the hive*, de Thomas D. Seeley e *Keeping bees – a complete practical guide* de Paul Peacock. Estes últimos permitiram definir e adicionar ao nosso glossário alguns vocábulos pertinentes, nomeadamente, termos como: microsporídio, disenteria e a síndrome do colapso das colónias.

Desta tarefa, ressalta uma ideia em forma de evidência: verifica-se que dispomos de informação algo escassa, em português, no tocante à terminologia apícola, mais particularmente no que diz respeito às ferramentas em linha, razão que dificultou a elaboração do glossário.

3. Revisão

A revisão constitui uma das etapas finais de uma tradução e contribui, de forma qualitativa, para o sucesso de um trabalho. Nesta fase, são corrigidos possíveis erros e “gralhas” que possam ter passado despercebidos aquando da tradução do texto original.

O tradutor trabalha diferentes tipos de textos sobre as mais diversas áreas, das quais, muitas vezes, não possui um conhecimento ou uma especialização alargada. Assim, antes de iniciar qualquer tipo de tradução, é fundamental que adquira noções e conceitos gerais sobre a área que irá tratar, ao longo do seu trabalho. Deve, deste modo, pesquisar sobre o tema e familiarizar-se com a respectiva terminologia, a fim de vencer as dificuldades semânticas do texto e não cometer determinadas incorrecções na própria tradução.

Esta diversidade de temas exige uma grande habilidade por parte do tradutor, cuja especialização (Direito, Medicina, Biologia, Economia etc.) se torna indispensável,

pois não basta, evidentemente, possuir apenas um conhecimento geral num determinado domínio, para elaborar uma tradução de qualidade.

Por outro lado, e por mais confiante que um tradutor se sinta em relação a determinada temática, revela-se sensato e perspicaz da sua parte, colaborar com profissionais da área para que o seu texto possa ser revisto pelos mesmos.

Versando este nosso projecto a área da Apicultura, tomámos a iniciativa de contactar com um estudioso na área, a fim de nos ajudar a efectuar uma revisão fidedigna. A terminologia técnica do presente trabalho foi, pois, verificada e revista pelo Prof. Doutor António Murilhas, da Faculdade de Zootecnia da Universidade de Évora, cuja formação académica se estende da Zootecnia à Biologia Aplicada, complementada com diversas investigações no domínio da Apicultura, Apidologia, Biologia Apícola e Epidemiologia.

A generosa e enriquecedora colaboração do Prof. Doutor Murilhas possibilitou, por um lado, uma maior clareza no que concerne a terminologia utilizada, e por outro lado, conferiu, inegavelmente, uma maior qualidade ao projecto realizado.

A revisão e a tradução são dois aspectos indissociáveis, que se complementam e contribuem para a qualidade do produto final. O tradutor é humano, logo, o seu trabalho pode apresentar algumas incoerências. A revisão de um texto é, pois, um procedimento incontornável.

Conclusão

“[...] comme la médecine, la traduction reste un art,
mais un art fondé sur une science”.

(Georges Mounin, *Les problèmes théoriques de la traduction*, Paris, “Tel”, Gallimard, 1963, p.274)

O Projecto em análise representa o culminar do nosso percurso académico na área da Tradução Especializada e contribuiu, indubitavelmente, para a nossa formação como futura tradutora, porquanto nos permitiu reunir e pôr em prática conhecimentos e ferramentas, adquiridos ao longo dos cinco anos de percurso académico, durante os quais levámos a cabo uma Licenciatura em Tradução e um Mestrado em Tradução Especializada.

É bem conhecido que a arte de praticar é uma das ferramentas essenciais para nos tornarmos melhores naquilo que fazemos. O mesmo acontece no domínio da tradução: quanto mais prática desenvolver o tradutor, maior será a sua perícia na arte de traduzir. Sabemos que nos espera um longo e árduo caminho, no que concerne a prática, contudo, o processo que nos permitiu levar a bom porto o trabalho que aqui apresentamos, contribuiu, sem sombra de dúvida, de forma muito benéfica, para uma maior confiança pessoal, já que nos foi dado desenvolver e afinar algumas das competências tradutológicas indispensáveis à missão do tradutor. De um modo geral, o balanço afigura-se-nos positivo já que as tarefas desenvolvidas no decorrer deste trabalho foram construtivas e contribuíram para a nossa aprendizagem.

Pusemos, na realização deste projecto, entusiasmo suficiente para dele retirar prazer. Mais ainda, fomos ao encontro daquilo que inicialmente se pretendia – abordar um tema actual – sendo possível fazê-lo através de um documento bastante enriquecedor ao nível de conteúdo. Trata-se, por outro lado, de uma temática que apresenta lacunas na língua portuguesa, devido à escassez de informação e de terminologia. Deste modo, o projecto, aqui apresentado, permitirá talvez, colmatar, de

certo modo, alguns dos aspectos mais deficitários, permitindo uma maior e melhor divulgação, em língua portuguesa da informação sobre o impacto das alterações climáticas nas abelhas já que o seu conteúdo será disponibilizado *online*, num formato com múltiplas aplicações futuras, podendo servir de ponto de partida ou de consulta para trabalhos relacionados com a temática em questão.

Contudo, a tradução cuidada do artigo e a elaboração do glossário representam, apenas, um aspecto ínfimo na abordagem desta temática, uma vez que existem, a nível de terminologia, inúmeros vocábulos apícolas que não se encontram representados neste projecto. Deste modo, pretende-se que este trabalho seja sujeito a uma abertura no intuito de uma actualização constante e de um consequente enriquecimento por parte dos vários intervenientes. Com efeito, partilhamos a opinião do tradutor Krasimir Kavaldjiev, segundo o qual “la traduction est un processus ouvert et infini”. O mesmo se pretende e ambiciona com a elaboração prática deste projecto, de modo a que o estudo referente à apicultura, seja um processo contínuo e adquira força e difusão na língua portuguesa.

Esta tarefa exigiu-nos dedicação e empenho mas, parafraseando o Fernando Pessoa da *Mensagem*, em “Mar Português”, “tudo vale a pena se a alma não é pequena”. Os benefícios desta tarefa são indiscutíveis já que, para além da aquisição de saberes a nível tradutológico, nos permite uma melhor preparação para um futuro profissional no mercado de trabalho vocacionada para a tradução.

Com efeito, fruto, essencialmente de uma imparável mundialização, cada vez mais a tradução assume um papel determinante na “disseminação” de informação e na mutação de palavras, criando polissemia e diversidade semântica. Aliás, a profusão de obras produzidas nas últimas décadas deixa-nos crer que nos encontramos perante uma realidade que “tem futuro” no século XXI, num mundo dominado pelo fenómeno da globalização.

VI. Referências para a elaboração do projecto

1. Referências bibliográficas

1.1. sobre Tradução

ALBIR, Amparo Hurtado, *Traducción y traductologia. Introducción a la traductologia*, Madrid, Cátedra, 2007.

BALLARD Michel; EL KALADI Ahmed, *Traductologie linguistique et traduction*, (Actas do Colóquio - 23 e 24 de Março de 2003), Arras, Artois Presses Université, 2007.

BASSNETT, Susan, *Estudos de tradução: fundamentos de uma disciplina*, (traduzido por Viviana de Campos Figueiredo), Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 2003.

BAKER, Mona, *In other words: a coursebook on translation*, Londres e Nova York, Routledge, 1992.

_____, *Critical Reading in Translation Studies*, Routledge, Londres e Nova York, 2010.

BENJAMIN, Walter, *A tarefa – renúncia do tradutor*, in HEIDERMAN, Werner (org.). *Clássicos da teoria da tradução*, Florianópolis, UFSC, 2001, pp. 189-215.

BRUNETTE, Louise, HORGUELIN, Paul, *Pratique de la Révision*, Brossard (Québec), Linguattech Editeur, 1998.

CABRÉ, Maria Teresa, *La terminologia: teoria, metodología, aplicaciones*, Editorial Antártida/Empúries, 1993.

CATFORD, J. C., *Uma teoria linguística da tradução: um ensaio em linguística aplicada*, Tradução do Centro de Especialização de Tradutores de Inglês do Instituto de Letras da P.U.C. de Campinas, São Paulo, Cultrix; Campinas, P.U.C., 1980.

CORTI, Maria, *An introduction to literary semiotic*, Bloomington, Londres, Indiana University Press, 1978, p. 145.

DUBUC, Robert, *Manuel pratique de terminologie*, Brossard (Québec), Linguattech Editeur, 2002.

FARIA, Johnwill Costa, “A tradução entre a cruz e a espada: fidelidade versus traição”, in *REVELLI – Revista de Educação, Linguagem e Literatura da UEG-Inhumas*, ISSN 1984-6576 – v. 2, n. 1 – março de 2010 – p. 87-100 (www.ueginhumas.com/revelli).

GOUADEC, Daniel, *Profession: Traducteur*, Paris, La Maison du Dictionnaire, 2002.

MOSSOP, Brian, *Translation Practices Explained - Editing and Revising for Translators*, Manchester, St Jerome Publishing, 2007.

MOUNIN, Georges, *Les problèmes théoriques de la traduction*, Paris, “Tel”, Gallimard, 1963.

NEWMARK, P., *Manual de Traducción*, Madrid, Catedra, 1992.

NIDA, Eugene, *Towards a science of translation*, Leiden, E. J. Brill, 1964.

_____; TABER, C. R. *The theory and practice of translation*, Leiden, E. J. Brill, 1982.

OLIVEIRA, Alessandra Ramos de, “Equivalência: sinónimo de divergência”, *Cadernos de tradução*, v. 1, n.º19, 2007.

(<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/traducao/article/view/6994>).

PAZ, Octavio, *Traducción: literatura y literalidad*, Barcelona, Tusquets Editor, 1971.

RODRIGUES, Cristina Carneiro. *Tradução e diferença*, São Paulo, UNESP, 2000.

1. 2. sobre Apicultura/Apidologia

ABSY, M. L.; CAMARGO, J. M. F.; SANTOS, O. A., “Diversidade polínica em amostras de duas espécies de abelhas sem ferrão” na região da Amazônia Central”, in *XVI Congresso Brasileiro de Apicultura: 50 Anos de Abelhas Africanizadas; II Congresso Brasileiro de Meliponicultura*, Aracaju, Imagem, 2006.

BRANCO, Manuela Rodrigues; CARVALHO, José Passos, *A abelha: morfologia externa e comportamento*, Lisboa, Universitária Editora, 1995.

BRANCO, Manuela Rodrigues. “A apicultura nos ecossistemas florestais mediterrânicos”, *Silva Lusitana*, n.º 8, pp. 75-89.

BRANCO, M. R.; KIDD, N; PICKARD, R S, “Development of *Varroa jacobsoni* in colonies of *Apis mellifera iberica* in a Mediterranean climate”, *Apidologie*, n.º 30, 1999, pp. 491-503.

CAMARGO, João Maria Franco; STORT, A. C., *A Abelha (Apis mellifera Linnaeus)*. 1. ed. São Paulo, EDART, vol. 1, 1967.

GOULD, Carol Grant; GOULD, James L., *The honey bee*, Nova Iorque, Scientific American Library, 1995.

MACHADO, J. O.; CAMARGO, J. M. F., “Alimentação em *Apis* e composição da geléia real, mel e pólen”, in: CAMARGO, J. M. F., (org.). *Manual de Apicultura*, 1ª ed. São Paulo, Editora Agronómica Ceres, 1972, p. 117-142.

MURILHAS, António, “Honey bee diseases and colony losses in Portugal. Results from the last nationwide survey”, in *IV Prevention of Honey Bee Colony Losses Conference*, Faculdade de Agriculturm Universidade de Zagreb, Zagreb (Croácia), 2009, p. 28.

_____, PIRES, S; MAIA, M; PEREIRA, O., “How challenging to Apivar field treatments are amitraz-tolerant Varroa populations?” in *40th International Apicultural Congress Apimondia*, Melbourne, Australia, 2007, p. 140.

_____, PIRES, S; MAIA, M; PEREIRA, O., “Fluvalinate-tolerant Varroa populations rapidly loose their lead against Apistan”, in *40th International Apicultural Congress Apimondia*, Melbourne, Australia, 2007, p. 141.

NUNES, José Filipe do Rosário, *Um cortiço melhorado para as abelhas africanas*, Lisboa, Junta de Investigações do Ultramar, Instituto de Investigação Científica Tropical, 1973.

_____, “Cortiço melhorado com guias. Nova contribuição para o fomento da apicultura africana”, in *Livro de homenagem ao Prof. Fernando Frade por ocasião do seu 70º aniversário*, Lisboa, Junta de Investigações do Ultramar, Instituto de Investigação Científica Tropical, XX, 1973, pp. 271-304.

2. Referências em linha

2.1. Dicionários:

- IATE
<http://iate.europa.eu/iatediff/>
- Infopédia
<http://www.infopedia.pt/>
- *Le grand dictionnaire terminologique*
<http://www.olf.gouv.qc.ca/ressources/gdt.html>
- Lexilogos

http://www.lexilogos.com/frances_lingua_dicionario.htm

- Priberam

<http://www.priberam.com/>

2.2. Textos de apoio:

- A influência dos estrangeirismos na língua portuguesa.

<http://www.filologia.org.br/revista/40/A/%20INFLU%C3%8ANCIA%20DOS%20ESTRANGEIRISMOS.pdf>

- Apicultor promove a Guarda através do mel.

<http://www.jornalaguarda.com/index.asp?idEdicao=373&id=20532&idSeccao=5129&Action=noticia>

- Biodiversidade.

<http://www.jornaldamadeira.pt/not2008.php?Seccao=14&id=165458>

- Boletim Informativo do Instituto Superior de Ciências da Saúde –Norte.

www.cespu.pt

- Como melhorar a nossa “performance” para obtermos méis monoflorais? - Miguel Maia, Engº Zootécnico.

www.oapicultor.com

- Conviver com a varroa em Portugal.

www.dzoo.uevora.pt

- Criação de Rainhas na ADERAVIS.

www.cna.pt

- EFSA inicia projecto de investigação pan-europeu sobre o declínio de colónias de abelhas.

<http://www.fnep.pt/noticias.php?id=57>

- FNAP – Federação Nacional dos Apicultores em Portugal.
<http://www.fnap.pt/>
- Folheto Doenças das Abelhas.
www2.dgv.min-agricultura.pt
- Identificação do trinómio espécie vegetal/hospedeiro/parasitóide em zonas circundantes a pomares da ilha Terceira.
<http://cita.angra.uac.pt>
- Les abeilles à Paris.
<http://lesabeillesaparis.e-monsite.com/rubrique,glossaire,644609.html>
- Manual de Sanidade Apícola.
http://www.fnap.pt/gestor/doc_up/documento_cnt_projectos_23.pdf
- Musée virtuel
<http://www.agriculture.technomuses.ca/francais/les-abeilles/default.php>
- Nem plantas nem animais.
http://www.cientic.com/tema_protista_txt2.html
- Nota histórica sobre a fundação da Sociedade Portuguesa de Ciências Veterinárias.
<http://www.spcvet.pt/Historia.htm>
- Obreiras e Mães.
<http://abelhapreguicosa.blogspot.com/2010/07/obreiras-e-maes.html>
- O modelo da colónia.
<http://tilz.tearfund.org>

- Organisation Mondiale de la Santé Animale.
http://www.oie.int/fr/fr_index.htm
- Origem da diversidade genética.
<http://dba.fc.ul.pt>
- Os Invernos quentes favorecem a invasão de medusas no Verão.
<http://www.naturlink.sapo.pt/article.aspx?menuid=20&cid=26330&bl=1>
- Padrão de distribuição da Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul.
www.ambiente-augm.ufscar.br
- Panorama da Nosemose na Apicultura nacional e mundial.
www.hifarmax.com
- Parasito - Parasitose Intestinal e Esquistossomose.
<http://www.scribd.com/doc/8136259/Parasito-Parasitose-Intestinal-e-Esquistossomose>
- Polinização das abelhas está a perder intensidade.
http://dn.sapo.pt/inicio/ciencia/interior.aspx?content_id=1657362&seccao=Biosfera
- Portal da Terra
<http://www.portal-da-terra.com/?page=apicultura>
- Saúde animal
<http://www.saudeanimal.com.br/abelha.htm>
- Técnica de condução [maneio de colmeia].
<http://acordeao.planetaclix.pt/conducao.htm>

- Trabalhos para a recuperação do habitat da Freira já começaram.
<http://www.dnoticias.pt/multimedia/fotoreportagem/226444-trabalhos-para-a-recuperacao-do-habitat-da-freira-ja-comecaram>
- Utilidade das plantas.
<http://aprenderbrincando.no.sapo.pt/flora.htm>
- VII Encontro da Sociedade Portuguesa de Epidemiologia e Medicina Veterinária Preventiva.
www.fmv.utl.pt/spcv/PDF/pdf12_2007/377-396.pdf
- Wikipédia
http://pt.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1gina_principal

3. Motores de busca

- Google
www.google.pt / www.google.fr
- Yahoo
www.yahoo.pt / www.yahoo.fr

4. Documentário

“Silence of the bees”, Doug Shultz, Mark Fason, 2007.

VII. Apêndices

1. Texto de partida

Changements climatiques: impact sur les populations d'abeilles et leurs maladies

Y. Le Conte ⁽¹⁾ & M. Navajas ⁽²⁾

(1) Institut national de la recherche agronomique (INRA), UMR 406 Abeilles et environnement (INRA / UAPV), Laboratoire Biologie et protection de l'abeille, Site Agroparc, Domaine Saint-Paul, 84914 Avignon Cedex 9, France

(2) Institut national de la recherche agronomique (INRA), UMR CBGP (INRA / IRD / CIRAD / Montpellier SupAgro), Campus international de Baillarguet, CS 30016, 34988 Montpellier-sur-Lez Cedex, France

Résumé

L'abeille *Apis mellifera* est le pollinisateur dont l'importance économique est la plus grande pour les cultures au niveau mondial. Les abeilles sont aussi essentielles dans le maintien de la biodiversité en pollinisant de nombreuses espèces végétales dont la fécondation requiert un pollinisateur obligatoire. *Apis mellifera* est une espèce qui a montré un grand potentiel d'adaptation puisqu'on la trouve presque partout dans le monde et sous des climats très différents. Dans un contexte de changements climatiques, la variabilité de traits d'histoire de vie de l'abeille en rapport avec les températures et l'environnement montre une plasticité et une variabilité génétique de l'espèce pouvant donner prise à la sélection de cycles de développement ajustés à de nouvelles conditions environnementales.

Si l'impact précis que des changements environnementaux pourront avoir sur l'abeille dans un contexte de changements climatiques est incertain, nous disposons d'une multitude de données qui indiquent leur influence directe dans le développement des abeilles. Les auteurs examinent l'impact que les changements climatiques pourront avoir sur le comportement et la physiologie de l'abeille et sur sa distribution, ainsi que sur l'évolution de ses interactions avec les maladies.

Il faudra prendre des mesures de protection pour éviter la disparition de cette richesse qu'est la diversité génétique des abeilles et conserver des écotypes qui constituent une richesse mondiale pour la biodiversité.

Mots-clés

Abeille – Adaptation – Apis – Biodiversité – Conservation – Diversité génétique – Écotype – Maladie.

Introduction

Les abeilles du genre *Apis* sont réparties dans le monde entier sous des climats très différents. L'espèce *Apis mellifera*, dont l'aire de répartition s'étend jusqu'à l'Afrique sub-saharienne, le nord de l'Europe et l'Asie Centrale, se trouve dans des environnements très variés comme les oasis du désert africain, les montagnes alpines, la bordure de la toundra ou les brumes anglaises. Ses écotypes se sont adaptés à leurs biotopes de façon remarquable. Les autres espèces d'abeilles du genre *Apis* sont réparties en Asie, et en particulier dans le sud-est asiatique, sous des climats tropicaux (33).

Les estimations de changements climatiques prévoient dans quelques décennies des bouleversements dans certaines régions du monde, avec une avancée des déserts, un recul de la calotte glaciaire, la fonte des neiges, une pluviométrie changeante et en général une fréquence accrue des épisodes climatiques extrêmes.

Un changement des conditions climatiques aura sans doute un impact sur la survie de ces écotypes ou des espèces d'abeilles fortement liées à leur environnement. Migrations et modifications de leur cycle de vie et de leur comportement pourraient leur permettre de survivre dans de nouveaux biotopes. C'est sur la variabilité génétique de l'abeille que l'adaptation aura prise, d'où l'intérêt de veiller

à conserver cette variabilité. Les abeilles devront aussi s'adapter au cortège de prédateurs, parasites et pathogènes qui les entoure. Non seulement les relations entre hôtes et parasites seront modifiées, mais aussi les transferts d'agents pathogènes entre espèces d'abeilles, facilités par les échanges commerciaux, créeront de nouveaux stress auxquels les abeilles auront à faire face. Dans ce contexte, le changement climatique peut conduire à des nouvelles opportunités d'établissement des abeilles dans des régions ou habitats jusque là insoupçonnés.

L'abeille, une espèce économiquement importante

La pérennité des activités agricoles dans le monde est liée en partie aux insectes pollinisateurs. Leur contribution est estimée à 117 milliards de dollars annuellement (7) ; environ 35 % des cultures dépendent directement des pollinisateurs (18) et 84 % des espèces cultivées sont liées à l'activité de ces insectes (41). L'abeille *Apis mellifera* est le pollinisateur dont l'importance économique est la plus

grande pour les cultures au niveau mondial (17). Les abeilles sont également essentielles pour le maintien de la biodiversité car elles pollinisent de nombreuses espèces végétales dont la fécondation requiert un pollinisateur obligatoire (1, 24). Dans un contexte de changements climatiques, la phénologie des plantes et notamment la période de floraison, se verront modifiées. De nouveaux équilibres bioclimatiques et économiques façonneront la distribution et les types de cultures ainsi que la végétation spontanée (38). Les changements climatiques peuvent déséquilibrer les relations entre fleurs et pollinisateurs et ces derniers devront être protégés afin d'assurer leur fonction de pollinisation, si importante pour l'économie et les équilibres écologiques.

L'abeille européenne *Apis mellifera* et les abeilles sœurs du sud-est Asiatique

Il existe dix espèces d'abeille du genre *Apis* actuellement répertoriées (3). La répartition de ces espèces est très inégale (Fig. 1). *Apis mellifera*, originaire d'Afrique, a suivi deux vagues de colonisation en Eurasie (40) et a été

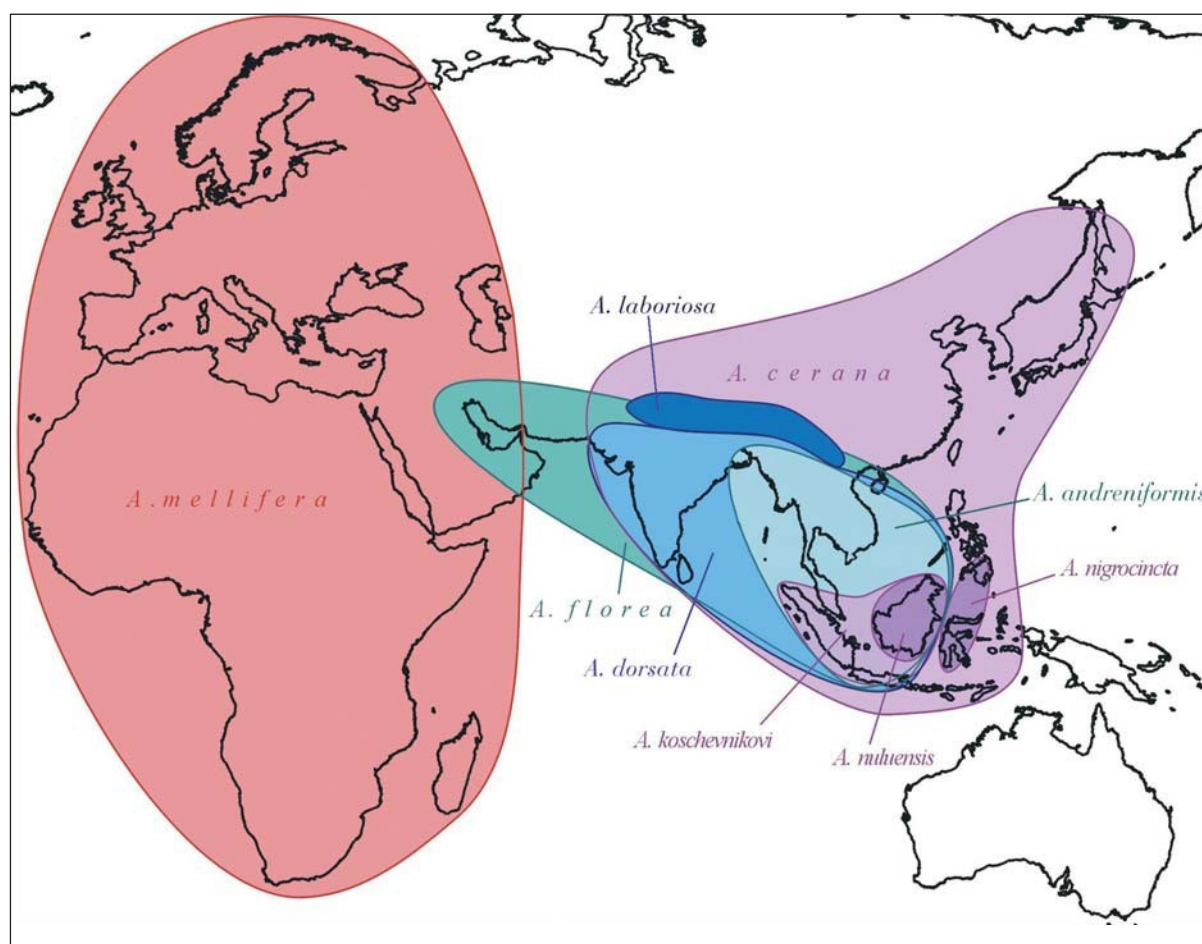


Fig. 1
Répartition des espèces du genre *Apis*
(modifié selon Franck *et al.*, 2000 [10])

exportée dans les autres continents. Les neuf autres espèces sont restées dans leurs zones d'habitation d'origine, l'Asie qui constitue le berceau le plus probable du genre *Apis*.

Les espèces asiatiques sont peu productives par rapport aux races européennes d'*Apis mellifera*. Elles vivent sous le climat doux des régions tropicales et n'ont pas la nécessité d'amasser de grandes quantités de nourriture car elles trouvent des fleurs toute l'année pour subvenir à leurs besoins (33). Au contraire, les races européennes d'*Apis mellifera* ont évolué vers une stratégie de récolte et de stockage du miel pour pouvoir passer l'hiver. Survivre aux hivers souvent rigoureux constitue une forte pression de sélection ; c'est ce qui explique, en partie, les meilleures capacités de ces abeilles à produire du miel (21). Les grandes qualités de production d'*A. mellifera* ont justifié son utilisation par les apiculteurs dans toutes les régions du monde. On la trouve maintenant en Asie, où elle cohabite avec les autres espèces du genre *Apis*, ainsi qu'aux Amériques et en Australie où elle a été importée par les colons.

L'abeille *Apis mellifera* domestique : un ensemble de 25 sous-espèces ou races

Apis mellifera est l'abeille la plus répandue dans le monde du fait de ses grandes potentialités pour la récolte du miel. *Apis mellifera* est proche, du point de vue morphologique, comportemental et génétique, d'*Apis cerana* dont l'aire de répartition s'étend du Japon jusqu'à la limite orientale du Proche-Orient. Les deux espèces auraient divergé il y a environ 8 millions d'années (33).

L'aire de répartition originelle d'*Apis mellifera* est l'Europe, l'Afrique et le Moyen-Orient jusqu'à l'Afghanistan, le Kazakhstan et l'est de la Russie. Cette espèce comprend une vingtaine de sous-espèces ou races géographiques décrites par la morphométrie et les analyses moléculaires, et regroupées en rameaux évolutifs selon leurs similarités morphologiques (Fig. 2). La définition de chaque race repose sur ses singularités morphologiques, comportementales, physiologiques et écologiques appropriées aux conditions climatiques et environnementales dans lesquelles elle évolue. Les races du rameau A sont typiquement africaines bien qu'elles soient parfois très différentes les unes des autres. Les races du rameau C, tels *A. m. carnica*, *ligustica* et *cecropia* occupent les côtes du nord-est de la Méditerranée et présentent des ressemblances morphologiques avec les races du rameau O au Proche et Moyen-Orient. Enfin les races du rameau M, telles *mellifera* et *iberiensis* sont typiques d'Europe de l'Ouest, mais présentent aussi des similarités avec les races d'Afrique du Nord (10, 33).

Récemment, une étude moléculaire réalisée avec des marqueurs SNP a confirmé la pertinence des rameaux

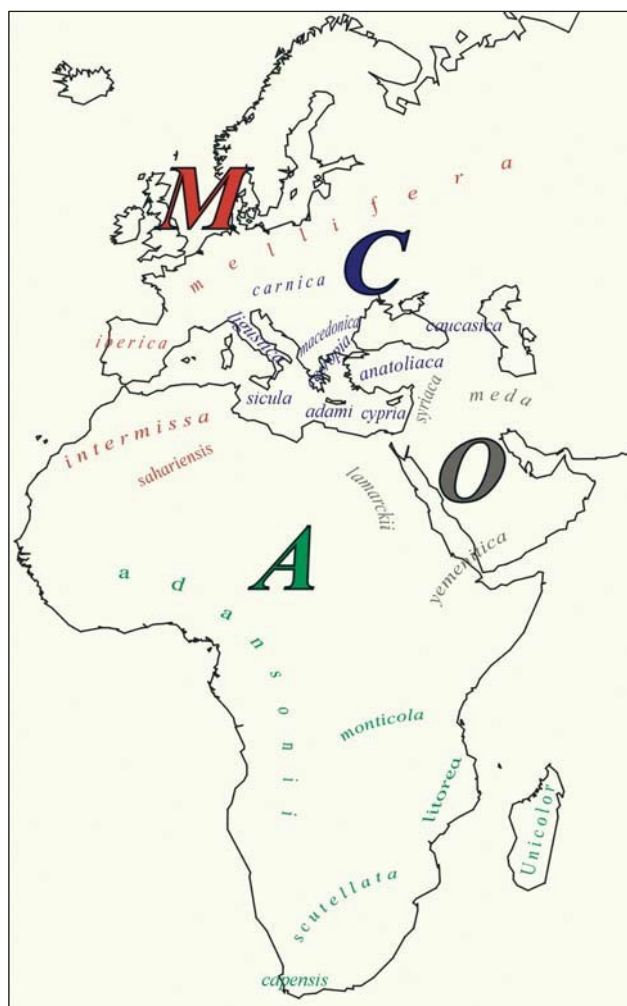


Fig. 2
Principales races géographiques d'*Apis mellifera*

(selon Franck et al. [10])

Ces races sont classées en quatre rameaux évolutifs A, M, C et O selon leurs différences morphologiques (établies par Ruttner en 1988)

évolutifs d'*A. mellifera* (40). Elle a révélé l'origine africaine de l'espèce. Deux rameaux ont colonisé l'Europe, l'un en prenant la voie du Moyen-Orient jusqu'à l'Italie, l'autre de l'Espagne jusqu'au Danemark. Les deux races les plus différentes génétiquement sont *A. m. mellifera* et *A. m. ligustica*.

Le pool génétique de ces races évolue sans cesse sous l'influence de la sélection naturelle en s'adaptant à des modifications de leur environnement mais aussi sous l'influence humaine liée aux pratiques apicoles (21). Le contact qu'elles peuvent avoir avec les autres races importées, ou avec des pathogènes, peut modifier profondément leurs caractéristiques. *Apis m. ligustica*, *A. m. mellifera* et *A. m. caucasica* ont été exportées dans le monde entier, et jusqu'en Asie où elles ont été mises en présence avec les autres espèces d'abeilles mais aussi avec de nouveaux parasites et pathogènes (16).

Maladies et parasites de l'abeille

De nombreux prédateurs, parasites (acariens) et pathogènes (protozoaires, bactéries, virus) vivent aux dépens de l'abeille.

Acariens

Acarapis woodi parasite *A. mellifera* et *A. cerana*. Il se loge et se reproduit dans les trachées respiratoires des ouvrières qu'il finit par étouffer (34). Alors qu'il fut un fléau au siècle dernier, l'acarien n'est plus un problème majeur, actuellement, pour l'apiculture mondiale.

Tropilaelaps spp. sont des acariens qui parasitent *Apis dorsata* en Asie tropicale. L'introduction d'*A. mellifera* dans la zone de répartition d'*A. dorsata* a permis à ces acariens de trouver un nouvel hôte. Une étude récente basée sur des marqueurs moléculaires a décelé au moins quatre espèces de *Tropilaelaps* en Asie, mais *T. clareae* est la seule à parasiter *A. mellifera* (2). Dans cette région du monde, *A. mellifera* est aussi parasitée par un deuxième acarien, *Varroa destructor*, avec une forte compétition du parasitisme entre les deux espèces. *Tropilaelaps* parasite le couvain des abeilles sur lequel il se nourrit d'hémolymphe et se reproduit. La multiplication de ces parasites peut entraîner la mort des colonies et l'apparition d'autres pathogènes. L'acarien est fortement associé au couvain, au point qu'une période de plus de sept jours sans couvain lui est fatale.

Varroa destructor (Fig. 3) est un fléau qui détruit les colonies d'*A. mellifera* dans le monde entier, à l'exception de l'Australie où il n'est pas encore présent. Il est une raison majeure évoquée par les scientifiques pour expliquer la mortalité des abeilles en général. Parasite originaire de l'abeille asiatique *Apis cerana*, il a été transféré sur l'abeille européenne, *Apis mellifera*, au milieu du siècle dernier au cours d'échanges de matériel génétique entre de nombreux pays (28). Sans traitement approprié, les colonies parasitées meurent au bout de deux à trois ans. Il est impossible d'éradiquer cette parasitose.

Ces acariens contribuent à diminuer les réponses immunitaires de l'abeille et favorisent le développement de viroses (13). Ils sont aussi des vecteurs actifs dans la transmission de virus et de bactéries (43, 44).

La lutte contre ces parasites présente les problèmes classiques rencontrés pour limiter les populations de ravageurs. Ils deviennent résistants aux molécules acaricides utilisées par les apiculteurs pour le contrôler (25). La découverte récente de colonies d'abeilles pouvant

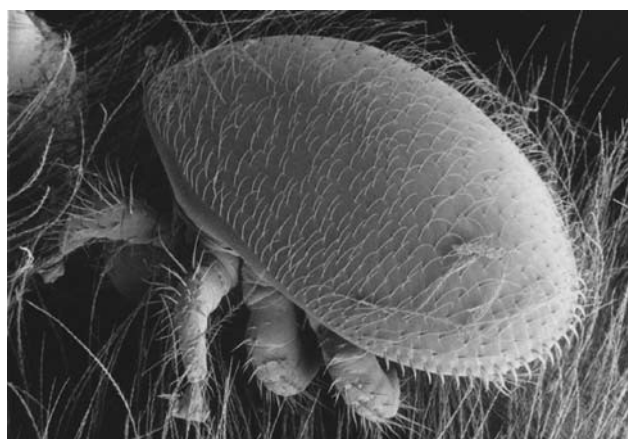


Fig. 3

Microphotographie en microscopie électronique par balayage (SEM : scanning electron microscopy) d'une femelle de l'acarien *Varroa destructor*, vue dorsale

Photo prise par E. Erbe & R. Ochoa, USDA-SEL-EMU

tolérer des infestations importantes de *V. destructor* dans plusieurs parties du monde (notamment aux États-Unis [14] et en Europe [19]), entrouvre la porte à des solutions durables du contrôle du parasite. Les bases biologiques de ce phénomène ont commencé à être décortiquées grâce à des méthodes novatrices de la génomique qui suggèrent d'avantage un fondement comportemental qu'immunologique de la tolérance de l'abeille au varroa (26).

Protozoaires

Nosema apis est une microsporide, qui attaque la paroi de l'intestin moyen chez l'abeille adulte. La maladie peut évoluer de façon inapparente ou se manifester par un affaiblissement de la colonie pouvant conduire à la mort. L'infestation des colonies est latente. La maladie apparaît essentiellement au début du printemps après des hivers longs et humides : les abeilles, empêchées de sortir, laissent tomber dans la ruche les excréments qui constituent une source de contagion pour les autres abeilles. Il s'ensuit une extension rapide de la maladie. Bien qu'il existe des signes communs avec d'autres maladies, certains signes observés devant la colonie et en laboratoire permettent d'identifier la maladie (16).

Nosema cerana est une autre espèce de microsporide, proche de *N. apis* (12). Elle parasite *A. cerana* et est passée sur *A. mellifera* au cours d'échanges de matériel génétique. Elle a été identifiée récemment en Europe (12, 15). Depuis, on la trouve partout dans le monde. Les signes qu'elle induit chez l'abeille sont différents de ceux causés par *N. apis*. Seul l'outil moléculaire permet de différencier les deux microsporides (15). Ce parasite est considéré responsable d'importantes dépopulations d'abeilles en Espagne (15).

Bactéries

Les bactéries pathogènes pour l'abeille attaquent le couvain.

La loque américaine, maladie connue depuis l'antiquité, est causée par *Bacillus larvae*. Très contagieuse, cette maladie grave est présente dans le monde entier (16).

La loque européenne est générée par *Melissococcus pluton*, en association avec d'autres bactéries. Elle s'installe surtout au printemps et de façon bénigne dans les colonies affaiblies. Un apport de pollen extérieur est généralement suffisant pour permettre aux colonies de surmonter la maladie, bien que des pertes importantes aient été signalées par le passé (16).

Les seuls traitements efficaces actuellement contre ces protozoaires et ces loques sont les antibiotiques, mais ils ne sont plus autorisés en raison du danger de résidus dans le miel.

Virus

Dix-huit virus ont été identifiés chez l'abeille du genre *Apis*. Certains d'entre eux sont très anecdotiques, d'autres sont présents de façon latente et quelquefois en grande quantité chez les abeilles de nos ruches, sans provoquer de signes notables (37). Pour des raisons encore inconnues, ces virus peuvent devenir très pathogènes pour les abeilles, entraînant des tremblements et une paralysie reconnaissables à l'entrée de la colonie. C'est le cas pour les virus de la paralysie chronique (CPV) ou aiguë (APV). Les modes d'action de ces virus pour arriver à tuer les abeilles sont encore inconnus. Il n'existe aucun traitement pour lutter contre ces virus qui peuvent affaiblir ou tuer la colonie. Ces pathologies peuvent être enrayées par un apport de pollen de qualité par les butineuses. Le varroa fragilise les défenses immunitaires des abeilles et induit ainsi la multiplication des virus (4).

Impact du changement climatique sur l'abeille

L'impact du changement climatique sur l'abeille peut s'envisager à plusieurs niveaux. Il peut agir directement sur leur comportement et leur physiologie. Il peut modifier la qualité de l'environnement floral et augmenter, ou réduire, les capacités de récoltes et de développement des colonies. Il peut définir de nouvelles aires de répartition des abeilles et entraîner de nouveaux rapports de compétition entre espèces et races d'abeilles, ainsi qu'entre leurs parasites et pathogènes. De même, les apiculteurs se verront obligés de

modifier leurs méthodes apicoles. Ils favoriseront l'exploitation de nouvelles aires de butinage et l'importation de races étrangères pour en tester la valeur dans les nouveaux environnements.

Impact du changement climatique sur le comportement et la physiologie de l'abeille et sa distribution

L'abeille *Apis mellifera* a le potentiel pour s'adapter aux climats chauds. Ainsi par exemple on trouve *Apis m. sahariensis* dans les oasis du Sahara où elle est adaptée aux floraisons locales (palmiers...) et aux fortes chaleurs (33). Aux États-Unis d'Amérique, des abeilles peuvent se développer dans le désert d'Arizona. La condition de survie pour ces abeilles est la présence d'eau qu'elles utilisent en quantité importante pour élever les larves, et thermoréguler le couvain entre 34 °C et 35 °C. En milieu aride, les fleurs du désert ne sont pas suffisantes pour assurer leurs besoins en eau et les abeilles disparaissent. Les prévisions du changement climatique annoncent un assèchement des régions désertiques et donc la disparition des oasis et de leurs abeilles. Il est peu probable que la migration d'*A. m. sahariensis* vers des zones désertiques plus favorables se fasse naturellement, puisque les oasis sont des espaces très isolés qui ne permettent pas la migration ou l'essaimage à longue distance. Il faut donc envisager des mesures de conservation pour transférer cette abeille vers des zones favorables à son développement, sous peine de voir disparaître cet écotype qui constitue une richesse mondiale pour la biodiversité.

Le changement climatique peut avoir une influence sur le cycle de développement des abeilles. Il paraît indéniable que chaque race d'abeilles possède son propre rythme de développement (21). Ainsi, toute modification du climat ou tout déplacement d'une race d'abeilles d'une région géographique vers une autre où elle est étrangère doit avoir des conséquences mesurables. Dans les régions froides, les abeilles passent l'hiver en grappe et utilisent leurs réserves énergétiques de miel pour survivre jusqu'au printemps. La capacité des abeilles à accumuler les réserves énergétiques et à gérer le développement de la colonie constitue une pression adaptative très importante. Au printemps, lorsque la température devient plus clémente, la reine commence à pondre et la colonie se développe et augmente la taille de la population d'ouvrières. Peut alors survenir une période de froid de plusieurs semaines pendant laquelle les abeilles ne vont pas pouvoir récolter. L'importance de la population d'abeilles entraîne une diminution rapide des réserves au point que la colonie peut mourir de faim. C'est ce qui arrive facilement aux abeilles hybrides (croisements de plusieurs races sélectionnés par les apiculteurs) qui se développent très vite au printemps. Par contre, les écotypes locaux mieux adaptés aux conditions environnementales sont « plus prudents » et se

développent plus lentement au printemps jusqu'à cette période de froid, à l'issue de laquelle ils se reproduisent très vite. Ils ne mettent pas en péril la survie de la colonie. Il faut donc distinguer les écotypes locaux qui doivent ajuster leur développement et leurs réserves au climat et les abeilles hybrides sélectionnées par les apiculteurs. Ces dernières n'ont pas été sélectionnées pour constituer de réserves de nourriture et la reine n'ajuste pas la ponte ni les ouvrières l'élevage des larves, si bien qu'elles ne peuvent survivre sans l'aide de l'apiculteur qui leur fournit du sirop de sucre à volonté (21). Cette variabilité de traits d'histoire de vie de l'abeille en rapport avec les températures et l'environnement, montre une plasticité et une variabilité génétique pouvant donner prise à la sélection de cycles de développement ajustés à de nouvelles conditions climatiques.

Les abeilles ajustent leur comportement aux conditions météorologiques. Elles ne sortent pas lorsqu'il pleut, et par grosse chaleur elles vont récolter de l'eau et ventilent la colonie. Une modification du climat aura donc un impact direct sur ce type de comportements des abeilles.

La modification de la flore avec le changement climatique, serait-elle viable pour l'abeille ?

Le climat influence le développement des fleurs et la production de nectar et de pollen qui sont liés directement à l'activité de butinage et au développement des colonies (42). Les abeilles doivent avoir suffisamment de miel stocké comme réserves pour survivre à l'hiver. Les ouvrières nourrices doivent disposer de suffisamment de pollen pour produire la nourriture qu'elles distribuent aux larves à partir de leurs glandes nourricières. Un effet

majeur du changement climatique pour les abeilles est lié aux changements de la distribution des espèces florales (38) dont elles disposent pour se nourrir. Les plantes pourront-elles survivre à l'apparition rapide de sécheresse ou au contraire de saisons plus humides ? Et si oui, les fleurs trouveront-elles les conditions optimales à la production de nectar et de pollen nécessaire au développement des abeilles ? Si l'impact précis que ces facteurs pourront avoir sur l'abeille dans un contexte de changement climatique est incertain, nous disposons d'une multitude de données indiquant leur influence directe dans le développement des abeilles. Nous connaissons l'impact que peut avoir la pluie sur la récolte de miel par l'abeille. Par exemple, lorsque les fleurs d'acacia sont lavées par la pluie, elles ne sont plus attractives pour les abeilles (Fig. 4) qui trouvent un nectar trop dilué. De même, un climat trop sec limitera la production de nectar des fleurs et sa récolte par les abeilles : les fleurs de lavande ne produisent pas de nectar lorsque les conditions climatiques sont trop sèches, ce qui rend cette récolte très hypothétique. Dans des situations extrêmes et sans la vigilance de l'apiculteur, les abeilles peuvent mourir de faim (Fig. 5).

De même, le miellat produit par les insectes piqueurs de certaines espèces végétales est aussi dépendant du climat. En Alsace, il faut des conditions très particulières pour le développement et la multiplication des populations de pucerons des sapins, à partir desquels les abeilles récoltent ce miel si apprécié (16). En revanche, certains miellats provoquent des dysenteries aux abeilles. Qu'en est-il des modifications du climat sur les productions de miellat ?

Les carences alimentaires dues au climat trop sec qui limite la production et la qualité nutritive du pollen sont très discutées actuellement (36). Les abeilles qui naissent en



Fig. 4

Butineuse acacia

Le butinage des fleurs d'acacia est très dépendant du climat. La pluie peut limiter une récolte potentiellement importante de nectar
Photo prise par Yves Le Conte



Fig. 5

Butineuse lavande

La récolte de miel de lavande est aléatoire. La sécheresse vient souvent limiter la production de nectar produite par ces fleurs
Photo prise par Yves Le Conte

automne passent tout l'hiver dans la ruche et constituent les forces vives de la colonie au printemps. L'apport de pollen est très important pour l'élevage des futures ouvrières (23). Une pénurie de pollen due à la sécheresse à l'automne aura pour effet de carencer les abeilles d'hiver, de diminuer leurs défenses immunitaires en les rendant plus sensibles aux pathogènes, et de limiter leur durée de vie.

Les climats tropicaux peuvent évoluer vers des saisons plus marquées avec des périodes sèches. Les abeilles asiatiques devront alors s'adapter rapidement vers une stratégie de récolte de miel plus importante afin de pouvoir constituer des réserves pour survivre pendant les périodes sans fleurs. Ou bien elles peuvent développer une stratégie de migration, comme c'est le cas d'*A. dorsata*, une grande espèce d'abeille du genre *Apis*. Ces colonies construisent des nids à l'air libre formés d'un seul rayon qui peut atteindre un à deux mètres de long. Elles sont souvent grégaires, ce qui leur confère un avantage certain pour la défense commune des nids contre les prédateurs. Ces abeilles migrent facilement en fonction de la saison, des floraisons ou des dérangements qu'elles peuvent subir. Ainsi, elles abandonnent leurs nids et peuvent voler pendant des kilomètres (jusqu'à 200 km) pour échapper à la famine ou aux prédateurs. Après plusieurs mois, voire un ou deux ans d'inoccupation, les mêmes colonies d'abeilles reviennent coloniser les mêmes nids des mêmes arbres chaque année (27, 30). Un scénario plausible serait que ces abeilles migrent au rythme de l'évolution et des perturbations des espèces florales locales pour assurer leur survie, et qu'elles changent leur lieu de migration, délaissant les régions devenues trop arides. Mais que se passera-t-il pour les espèces d'abeilles qui ne migrent pas ? Si l'essaimage naturel est important, ces espèces pourront essaimer vers des régions plus propices et délaissier leurs régions d'origine. Ou alors elles devront évoluer rapidement vers une stratégie de récolte pour survivre pendant des périodes sans fleurs.

Un cas d'école souvent cité est celui de l'écotype landais. Dans cette région de France, les colonies se développent au rythme de la floraison des bruyères qui constituent la principale ressource naturelle pour ces abeilles. L'écotype a donc calé son développement sur celui du végétal (20) (Fig. 6). Une modification du climat aboutira forcément à une modification de la flore. Que deviendront alors la bruyère et cet écotype d'abeille ?

Conséquences sur la distribution géographique d'*Apis m. mellifera* et d'autres races

Mouvements naturels

Comme pour d'autres arthropodes (5), les changements climatiques imposeront une réduction ou une augmentation des surfaces disponibles pour les abeilles.



Fig. 6

Butineuse bruyère

Les colonies de l'écotype landais de l'abeille noire *Apis mellifera mellifera* ont calqué leur développement en fonction de la floraison de la bruyère

Photo prise par Joël Blaize

Les surfaces qui évolueront vers la sécheresse seront désertées par les abeilles qui devront migrer vers la périphérie de ces zones. Au contraire, les zones froides initialement hostiles seront colonisées par les abeilles.

Un exemple bien étudié est celui de l'abeille africanisée. La progression de la distribution géographique de l'abeille africanisée est actuellement arrêtée en Argentine et aux États-Unis (9, 32). Les conditions climatiques trop froides pour cette abeille sont évoquées par les chercheurs pour expliquer ce phénomène. Le réchauffement climatique est donc un facteur favorable à son expansion au-delà de son aire de répartition actuelle. En outre, cette abeille est moins sensible au varroa que les abeilles européennes (22). Elle devrait donc former des colonies sauvages et s'adapter plus facilement que les autres races, ce qui est actuellement le cas aux États-Unis.

Mouvements faits par les apiculteurs

Les apiculteurs devront changer leurs habitudes de transhumance et délaissier les zones devenues trop sèches au profit de zones plus humides. Ils seront certainement tentés de continuer l'importation de reines d'autres races afin de tester leurs potentialités à s'adapter à de nouveaux climats. Ces importations augmenteront la diversité génétique des populations d'abeilles, mais seront aussi des vecteurs d'importations de nouveaux pathogènes, ou de nouveaux haplotypes d'abeilles plus ou moins intéressants, comme par le passé (voir l'abeille africanisée).

La mise en contact d'abeilles importées avec les races et écotypes locaux facilite un brassage génétique qui peut être utile à la survie de l'espèce, mais qui tendra à faire disparaître les écotypes locaux et les races pures par pollution génétique.

Potentiel d'adaptation : variabilité génétique

Apis mellifera est une espèce qui a montré une grande capacité d'adaptation, puisqu'on la trouve presque partout dans le monde et sous des climats très différents. Importée aux Amériques par les colons, elle a co-évolué avec l'homme et s'est répandue dans tout le continent, du nord au sud. On peut penser que l'espèce possède une biodiversité importante et qu'elle pourra utiliser sa variabilité génétique (6) pour s'adapter aux changements climatiques. Par contre, les espèces asiatiques sont restées en Asie, ce qui peut montrer une moindre capacité à s'adapter à des environnements différents et une fragilité vis-à-vis des changements climatiques. *Apis mellifera* semble avoir plus de potentiel adaptatif que ces cousines asiatiques qui produisent peu et ont été peu transhumées. L'homme, avec lequel *A. mellifera* a co-évolué depuis plusieurs siècles, sera certainement déterminant pour l'aider à survivre dans les milieux hostiles et pour conserver la biodiversité de ces espèces. Le soutien de l'apiculture comme outil de pollinisation et de production est essentiel dans ce domaine. Par contre, si les écotypes d'abeilles ne sont plus adaptés à leurs biotopes, les colonies sauvages devront évoluer rapidement pour survivre sans l'aide de l'homme.

Commerce d'abeilles : facteur de diversité et de capacité d'adaptation au milieu ?

En France, les apiculteurs ont importé des abeilles pratiquement du monde entier. Les hybrides interraciaux, réalisés à l'aide de l'insémination artificielle des reines, peuvent produire jusqu'à deux fois plus de miel que les abeilles noires (*A. m. mellifera*) locales (11). Les producteurs de gelée royale travaillent avec des races étrangères car l'abeille noire française est très peu productive (16). Il s'est donc établi un réseau d'importation de reines étrangères depuis très longtemps. Mais ces hybrides et autres races sont souvent moins bien adaptés et plus sensibles aux maladies que les races locales. Il y a donc en France, les défenseurs de la race noire locale, écotypes bien adaptés à leur biotope, et ceux qui importent et utilisent des abeilles hybrides pour assurer de meilleures récoltes. Ces deux tendances s'affrontent. Il en résulte toutefois une forte diversité génétique en France, due à ces importations qui continuent et à la pollution génétique des abeilles locales.

En Amérique du Nord, l'importation de reines d'abeilles est interdite pour des raisons sanitaires. Malgré les sommes très importantes qui sont investies pour empêcher les importations, les abeilles américaines ont plus de maladies que les européennes. Aux États-Unis le renouvellement du cheptel est réalisé par quelques gros éleveurs de reines qui commercialisent des dizaines de milliers de reines chacun. Ils élèvent leurs reines à partir de quelques-unes de leurs

meilleures souches, ce qui a pour effet de réduire la diversité génétique du cheptel et donc de fragiliser les défenses des abeilles vis-à-vis des différents pathogènes.

Dans la perspective du réchauffement climatique, la situation française est sûrement plus confortable puisque les abeilles, dotées d'une diversité génétique plus forte, possèdent un potentiel adaptatif supérieur. Ceci n'est pas forcément vrai pour d'autres pays européens qui interdisent les importations et sélectionnent beaucoup leur cheptel.

Cette idée peut être discutée dans le cadre de l'apparition spontanée de lignées d'abeilles résistantes au varroa. C'est le cas de la France, où sont apparues des colonies qui survivent depuis plus de dix ans sans aucun traitement contre l'acarien (19), alors que des pays qui sélectionnent leurs abeilles et qui importent peu, comme l'Allemagne ou les États-Unis par exemple, n'ont pas encore détecté de résistance de leurs abeilles au varroa.

Les outils de la biologie moléculaire sont pertinents pour mesurer la diversité génétique des populations d'abeilles et la relier à leur capacité d'adaptation face aux changements climatiques et aux différents pathogènes (40). De même, l'outil de la génomique, disponible grâce au séquençage récent du génome de l'abeille (39), permettra de mieux comprendre les mécanismes de co-évolution entre les abeilles et leur pathogènes (26). Une meilleure compréhension de ces mécanismes permettra une meilleure gestion des populations et la détection de gènes impliqués dans de nouveaux phénotypes d'abeille.

Les maladies et les parasites : changements des profils et de l'incidence des maladies

Différentes maladies dans différentes parties du monde

Profil actuels des maladies et changements potentiels de distribution dus au changement climatique

Parmi les pathogènes connus, certains d'entre eux sont répartis au niveau mondial. C'est le cas par exemple de *V. destructor* sur *A. mellifera* et *A. cerana*, de la loque américaine et européenne, de *N. apis* et *N. cerana*, et de nombreux virus sur *A. mellifera*. Ces pathogènes possèdent généralement des haplotypes différents dont la virulence est variable. Les changements climatiques peuvent favoriser le transfert de ces haplotypes sur les populations d'abeilles.

D'autres pathogènes ou haplotypes ont des aires de répartition plus limitées, comme par exemple *Tropilaelaps*, jusqu'à maintenant trouvé en Asie uniquement (34). Les changements climatiques entraîneront des mouvements d'abeilles d'espèces et de races différentes qui les mettront en présence de pathogènes avec lesquels elles n'ont encore jamais co-évolué, comme cela a été le cas pour *V. destructor* et *A. mellifera*. Seulement deux haplotypes de ce parasite de l'abeille, étant extrêmement homogènes, ont envahi en quelques décennies le siècle dernier la quasi-totalité de son aire de répartition (35). L'histoire montre donc que ces rencontres peuvent être catastrophiques et que la survie des abeilles nécessitera l'aide de l'homme. Ces mouvements pourront être spontanés et liés aux modifications des aires géographiques, ou générés par les échanges d'abeilles par les apiculteurs.

La répartition géographique de maladies dont l'expression dépend des facteurs climatiques pourra varier. C'est le cas par exemple du couvain plâtré provoqué par le champignon *Ascosphaera apis*, qui se développe surtout en milieu humide.

Comment l'interaction pathogène/abeille va-t-elle évoluer ?

Les résultats récents de l'étude métagénomique réalisée par les chercheurs américains sur les populations atteintes du syndrome de dépopulation des colonies (CCD) sont très instructifs dans ce contexte (8). Ils ont montré que de nombreux agents pathogènes infestent des colonies d'abeilles, y compris des pathogènes importés. Il est donc très probable que des agents encore non identifiés existent sur certaines espèces ou races d'abeilles. Des espèces de pathogènes présents chez différentes races ou espèces d'abeilles peuvent être mises en présence de nouveaux hôtes. La découverte récente de *Nosema cerana* (15) et de la variante israélienne du virus de la paralysie aiguë (IAPV) (8) chez *Apis mellifera* en est un exemple parlant qui montre le rôle potentiel de l'homme dans les mouvements de populations. Les interactions que peuvent avoir ces différents pathogènes pourront être modifiées par le changement climatique. *Tropilaelaps* est un cas intéressant dans ce contexte. Cet acarien n'infeste pas encore *Apis mellifera* à cause du cycle de développement de cette abeille qui comporte une période sans couvain, celui-ci étant indispensable à la survie de l'acarien (34). Or, si le changement climatique induit des hivers plus chauds, *A. mellifera* devrait donc s'adapter vers un cycle sans arrêt de couvain qui en fera un hôte potentiel pour *Tropilaelaps*.

Conséquences pour la santé des abeilles et impact socio-économique

Les abeilles devront être protégées par l'homme, ne serait-ce que pour leur importance dans les productions agricoles

et pour le marché qu'elles représentent. Il semble évident qu'elles seront mises en présence de nouveaux pathogènes. Le taux élevé de mortalité et les dépopulations que l'on constate actuellement dans les colonies démontrent la fragilité des populations d'abeilles au niveau mondial. Comme dans le cas du varroa avec *Apis mellifera*, il faudra soutenir nos abeilles à l'aide de médicaments et de moyens de lutte adaptés afin d'éviter leur disparition.

Le changement climatique peut faciliter l'arrivée de nouvelles espèces invasives

De nombreux exemples ont révélé la fragilité de l'équilibre hôte-parasite et montré que des modifications même légères du climat ont un impact sur l'établissement d'espèces invasives, actuellement en bordure de l'aire de répartition des abeilles.

La situation de ces dernières vis-à-vis des prédateurs qui colonisent de nouvelles zones peut également évoluer. Un exemple marquant est celui du guêpier, un oiseau magnifique qui se nourrit d'hyménoptères et d'abeilles. À l'origine en région méditerranéenne, il étend sa distribution en causant des dégâts mineurs pour l'instant en apiculture. En France on le trouve jusqu'au nord de la Loire. Un deuxième exemple est *Aethina tumida*, un petit coléoptère ravageur des colonies d'abeilles originaire d'Afrique de Sud qui se développe sur les colonies les plus faibles. Il a été importé aux États-Unis, probablement à partir d'agrumes sur lesquels il peut se développer. Il constitue un problème supplémentaire pour l'apiculture américaine, surtout dans les régions chaudes et humides. Le climat froid a stoppé sa progression vers le Nord. Les changements climatiques favoriseront l'extension de son aire de distribution. Des mesures ont été prises pour éviter l'importation de ce ravageur en Europe où il est considéré comme potentiellement dangereux.

Aspects socio-économiques

Outre les abeilles, les apiculteurs devront, eux aussi, s'adapter aux modifications du climat et de la flore. Ainsi certaines régions hostiles à l'apiculture deviendront intéressantes pour les apiculteurs, alors que d'autres zones actuellement exploitées devront être délaissées. L'adaptation des plantes mellifères aux changements climatiques sera déterminante dans les choix effectués par les apiculteurs.

Les apiculteurs devront aussi adapter leurs abeilles aux changements climatiques, délaissant des écotypes ou races locales au profit d'abeilles mieux adaptées. Dans cette perspective, une démarche de conservation de races et d'écotypes doit être envisagée afin de limiter la perte de la biodiversité de l'abeille. Une technique séduisante est la cryoconservation du sperme.

Cas récents de mortalité

Depuis 1995, on observe l'apparition d'une mortalité importante chez *A. mellifera* dans le monde. Les chercheurs sont d'accord pour dire que les causes de cette mortalité sont multifactorielles. Les pesticides tuent de nombreuses colonies tous les ans. De nouveaux pathogènes ont allongé la liste déjà longue des maladies des abeilles. Mais les chercheurs sont d'accord pour dire que l'environnement et le stress des abeilles, qui sont sous l'influence des changements climatiques, sont déterminants dans l'apparition de cette mortalité (29, 31). Il semble exister des interactions fortes entre maladies, pesticides, environnement et climat. Les changements climatiques agissent sur chacun de ces facteurs. Pour comprendre l'effet des changements climatiques sur l'évolution des populations d'abeilles, il faudra intégrer chacun de ces facteurs.

Conclusion

La généralisation de la mortalité chez l'abeille *Apis mellifera* au niveau mondial montre bien la fragilité de cette espèce dont la survie dépend d'un environnement qui lui est de plus en plus hostile. Utilisation de pesticides, maladies nouvelles, stress, interactions entre ces facteurs, sont des raisons évoquées pour expliquer ce phénomène. Dans ce contexte, les changements climatiques vont déplacer les équilibres entre l'abeille, son environnement végétal et ses

maladies. Cette abeille a fait preuve d'une grande capacité à coloniser des environnements très différents et possède une variabilité génétique sur laquelle la sélection devrait avoir prise pour lui permettre de s'adapter à ces changements climatiques. Cependant, il est à craindre que le stress imposé par les changements climatiques se surajoute aux différents facteurs qui mettent actuellement l'espèce en péril dans certaines régions du monde.

Si l'homme modifie l'environnement des abeilles, il se doit aussi de prendre des mesures de protection pour éviter la disparition de cette richesse qu'est la diversité génétique des abeilles. La compréhension des facteurs favorisant la disparition des abeilles devra reposer sur des études fondamentales visant à connaître les causes des mortalités, ainsi que l'effet des modifications environnementales liées à l'activité humaine. Des études d'impact de terrain mais aussi l'utilisation des méthodes modernes issues de la génomique, rendues possibles avec le séquençage récent du génome de l'abeille, devront jouer un rôle prépondérant dans la connaissance des facteurs qui constituent un stress vital pour ces espèces.



Influencia de los cambios climáticos en las poblaciones de abejas y sus enfermedades

Y. Le Conte & M. Navajas

Resumen

La abeja *Apis mellifera* es el polinizador económicamente más importante para los cultivos a escala mundial. Además, las abejas son indispensables para mantener la diversidad biológica, porque polinizan a numerosas especies vegetales cuya fecundación exige la intervención de un polinizador. La especie *Apis mellifera* ha demostrado una gran capacidad de adaptación, no en vano está presente prácticamente en todo el mundo y en climas muy distintos. En un contexto de modificaciones climáticas, la variabilidad de las características del ciclo de vida de la abeja en función de las temperaturas y el medio físico pone de manifiesto que la especie posee una plasticidad y variabilidad genética que se presta a la selección de ciclos de desarrollo adaptados a nuevas condiciones ambientales.

Aunque no está del todo clara la forma concreta en que los cambios ambientales podrían repercutir en la abeja en una situación de evolución del clima, disponemos de multitud de datos que indican que tales cambios tienen una influencia directa en el desarrollo de las abejas. Los autores examinan los previsibles efectos de los cambios climáticos sobre el comportamiento y la fisiología de la abeja, su distribución y la evolución de sus interacciones con las enfermedades.

Habrá que tomar medidas de protección para evitar que desaparezca la inestimable diversidad genética de las abejas y conservar ecotipos que constituyen un gran tesoro para el mundo desde el punto de vista de la diversidad biológica.

Palabras clave

Abeja – Adaptación – Apis – Conservación – Diversidad biológica – Diversidad genética – Ecotipo – Enfermedad.



Références

- Allen-Wardell G., Bernhardt P., Bitner R., Burquez A., Buchmann S., Cane J., Cox P.A., Dalton V., Feinsinger P., Ingram M., Inouye D., Jones C.E., Kennedy K., Kevan P., Koopowitz H., Medellin R., Medellin-Morales S., Nabhan G.P., Pavlik B., Tepedino V., Torchio P. & Walker S. (1998). – The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conserv. Biol.*, **12** (1), 8-17.
- Anderson D.L. & Morgan M.J. (2007). – Genetic and morphological variation of bee-parasitic *Tropilaelaps* mites (Acari: Laelapidae): new and re-defined species. *Experim. appl. Acarol.*, **43** (1), 1-24.
- Arias M.C. & Sheppard W.S. (2006). – Corrigendum to: Phylogenetic relationships of honey bees (Hymenoptera: Apinae: Apini) inferred from nuclear and mitochondrial DNA sequence data (*Molec. Phylogenet. Evol.*, 2005, **37** (1), 25-35). *Molec. Phylogenet. Evol.*, **40** (1), 315-315.
- Chen Y.P., Evans J. & Feldlaufer M. (2006). – Horizontal and vertical transmission of viruses in the honeybee *Apis mellifera*. *J. Invertebr. Pathol.*, **92** (3), 152-159.
- Chown S.L., Slabber S., McGeoch M.A., Janion C. & Leinaas H.P. (2007). – Phenotypic plasticity mediates climate change responses among invasive and indigenous arthropods. *Proc. roy. Soc. Lond., B, biol. Sci.*, **274** (1625), 2531-2537.
- Cornuet J.M. & Louveaux J. (1981). – Aspects of genetic variability in *Apis mellifera* L. In *Biosystematics of social insects* (P.E. House & J.-L. Clements, édit.). Academic Press, Londres, New York, 85-94.
- Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P. & van den Belt M. (1997). – The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, **387** (6630), 253-260.
- Cox-Foster D.L., Conlan S., Holmes E.C., Palacios G., Evans J.D., Moran N.A., Quan P.L., Brieke T., Hornig M., Geiser D.M., Martinson V., van Engelsdorp D., Kalkstein A.L., Drysdale A., Hui J., Zhai J.H., Cui L.W., Hutchison S.K., Simons J.E., Egholm M., Pettis J.S. & Lipkin W.I. (2007). – A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. *Science*, **318** (5848), 283-287.
- Diniz N.M., Soares A.E.E., Sheppard W.S. & Del Lama M.A. (2003). – Genetic structure of honeybee populations from southern Brazil and Uruguay. *Genet. molec. Biol.*, **26** (1), 47-52.
- Franck P., Garnery L., Solignac M. & Cornuet J.M. (2000). – Molecular confirmation of a fourth lineage in honeybees from the Near East. *Apidologie*, **31** (2), 167-180.
- Fresnaye J., Lavie P. & Boesiger E. (1974). – La variabilité de la production du miel chez l'abeille de race noire (*Apis mellifica* L.) et chez quelques hybrides interraciaux. *Apidologie*, **5** (1), 1-20.
- Fries I., Feng F., da Silva A., Slemenda S.B. & Pieniazek N.J. (1996). – *Nosema ceranae* n. sp. (Microspora, Nosematidae), morphological and molecular characterization of a microsporidian parasite of the Asian honey bee *Apis cerana* (Hymenoptera, Apidae). *Eur. J. Protistol.*, **32** (3).

13. Gregory P.G., Evans J.D., Rinderer T. & de Guzman L. (2005). – Conditional immune-gene suppression of honeybees parasitized by *Varroa* mites. *J. Insect Sci.*, **5** (7).
14. Harbo J.R. & Harris J.W. (2005). – Suppressed mite reproduction explained by the behaviour of adult bees. *J. apicult. Res.*, **44** (1), 21-23.
15. Higes M., Martin R. & Meana A. (2006). – *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. *J. Invertebr. Pathol.*, **92** (2), 93-95.
16. Jean-Prost P. & Le Conte Y. (2005). – Apiculture. Connaître l'abeille – conduire le rucher. Lavoisier, Paris, 698 pp.
17. Johnson R. (2007). – Recent honey bee colony declines. Congressional Research Service Report for Congress (disponible sur le web : www.fas.org/sfgp/crs/misc/RL33938.pdf, page consultée le 7 mai 2008).
18. Klein A.M., Vaissiere B.E., Cane J.H., Steffan-Dewenter I., Cunningham S.A., Kremen C. & Tscharntke T. (2007). – Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. roy. Soc. Lond., B, biol. Sci.*, **274** (1608), 303-313.
19. Le Conte Y., de Vaublanc G., Crauser D., Jeanne F., Rousselle J.-C. & Bécard J.-M. (2007). – Honey bee colonies that have survived *Varroa destructor*. *Apidologie*, **38**, 1-7.
20. Louveaux J. (1973). – The acclimatization of bees to a heather region. *Bee World*, **54** (3), 105-111.
21. Louveaux J., Albisetti M., Delangue M. & Theurkauff J. (1966). – Les modalités de l'adaptation des abeilles (*Apis mellifica* L.) au milieu naturel. *Ann. Abeille*, **9** (4), 323-350.
22. Martin S.J. & Medina L.M. (2004). – Africanized honeybees have unique tolerance to *Varroa* mites. *Trends Parasitol.*, **20** (3), 112-114.
23. Mattila H.R. & Otis G.W. (2006). – Influence of pollen diet in spring on development of honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies. *J. econ. Entomol.*, **99** (3), 604-613.
24. Michener C. (2000). – The bees of the world. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
25. Milani N. (1999). – The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to acaricides. *Apidologie*, **30**, 229-234.
26. Navajas M., Migeon A., Alaux C., Cros-Arteil S., Martin-Magniette M., Robinson G.E., Evans J.D., Crauser D. & Le Conte Y. (2008) – Differential gene expression of the honey bee *Apis mellifera* associated with *Varroa destructor* infection. *BMC Genomics* (soumis pour publication)
27. Neumann P., Koeniger N., Koeniger G., Tingek S., Kryger P. & Moritz R.F.A. (2000). – Entomology – Home-site fidelity in migratory honeybees. *Nature*, **406** (6795), 474-475.
28. Oldroyd B.P. (1999). – Coevolution while you wait: *Varroa jacobsoni*, a new parasite of western honeybees. *Trends Ecol. Evol.*, **14** (8), 312-315.
29. Oldroyd B.P. (2007). – What's killing American honey bees? *PLoS Biol.*, **5** (6), 168.
30. Paar J., Oldroyd B.P. & Kastberger G. (2000). – Entomology – Giant honeybees return to their nest sites. *Nature*, **406** (6795), 475-475.
31. Pettis J., Vanengelsdorp D. & Cox-Foster D. (2007). – Colony collapse disorder working group pathogen sub-group progress report. *Am. Bee J.*, **147** (7), 595-597.
32. Pinto M.A., Rubink W.L., Patton J.C., Coulson R.N. & Johnston J.S. (2005). – Africanization in the United States: replacement of feral European honeybees (*Apis mellifera* L.) by an African hybrid swarm. *Genetics*, **170** (4), 1653-1665.
33. Ruttner F. (1988). – Biogeography and taxonomy of honeybees. Springer, New York.
34. Sammartaro D., Gerson U. & Needham G. (2000). – Parasitic mites of honey bees: life history, implications, and impact. *Annu. Rev. Entomol.*, **45**, 519-548.
35. Solignac M., Cornuet J.M., Vautrin D., Le Conte Y., Anderson D., Evans J., Cros-Arteil S. & Navajas M. (2005). – The invasive Korea and Japan types of *Varroa destructor*, ectoparasitic mites of the Western honeybee (*Apis mellifera*), are two partly isolated clones. *Proc. roy. Soc. Lond., B, biol. Sci.*, **272** (1561), 411-419.
36. Stokstad E. (2007). – The case of the empty hives. *Science*, **316** (5827), 970-972.
37. Tentcheva D., Gauthier L., Zappulla N., Dainat B., Cousserans F., Colin M.E. & Bergoin M. (2004). – Prevalence and seasonal variations of six bee viruses in *Apis mellifera* L. and *Varroa destructor* mite populations in France. *Appl. environ. Microbiol.*, **70** (12), 7185-7191.
38. Thuiller W., Lavorel S., Araujo M.B., Sykes M.T. & Prentice I.C. (2005). – Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proc. natl Acad. Sci. USA*, **102** (23), 8245-8250.
39. Weinstock G.M., Robinson G.E., Gibbs R.A., Worley K.C., Evans J.D., Maleszka R., Robertson H.M., Weaver D.B., Beyreuther M., Bork P., Elisk C.G., Hartfelder K., Hunt G.J., Zdobnov E.M., Amdam G.V., Bitondi M.M.G., Collins A.M., Cristino A.S., Lattorff H.M.G., Lobo C.H., Moritz R.F.A., Nunes F.M.F., Page R.E., Simoes Z.L.P., Wheeler D., Carninci P., Fukuda S., Hayashizaki Y., Kai C., Kawai J., Sakazume N., Sasaki D., Tagami M., Albert S., Baggerman G., Beggs K.T., Bloch G., Cazzamali G., Cohen M., Drapeau M.D., Eisenhardt D., Emore C., Ewing M.A., Fahrbach S.E., Foret S., Grimmelikhuijzen C.J.P., Hauser F., Hummon A.B., Huybrechts J., Jones A.K., Kadowaki T., Kaplan N., Kucharski R., Lebouille G., Linial M., Littleton J.T., Mercer A.R., Richmond T.A., Rodriguez-Zas S.L., Rubin E.B., Sattelle D.B., Schlupalius D., Schoofs L., Shemesh Y., Sweedler J.V., Velarde R., Verleyen P., Vierstraete E., Williamson M.R., Ament S.A., Brown S.J., Corona M., Dearden P.K., Dunn W.A., Elekonich M.M., Fujiyuki T., Gattermeier I., Gempe T., Hasselmann M., Kage E.,

- Kamikouchi A., Kubo T., Kunieda T., Lorenzen M., Milshina N.V., Morioka M., Ohashi K., Overbeek R., Ross C.A., Schioett M., Shippy T., Takeuchi H., Toth A.L., Willis J.H., Wilson M.J., Gordon K.H.J., Letunic I., Hackett K., Peterson J., Felsenfeld A., Guyer M., Solignac M., Agarwala R., Cornuet J.M., Monnerot M., Mougél F., Reese J.T., Vautrin D., Gillespie J.J., Cannone J.J., Gutell R.R., Johnston J.S., Eisen M.B., Iyer V.N., Iyer V., Kosarev P., Mackey A.J., Solovyev V., Souvorov A., Aronstein K.A., Bilikova K., Chen Y.P., Clark A.G., Decanini L.I., Gelbart W.M., Hetru C., Hultmark D., Imler J.L., Jiang H.B., Kanost M., Kimura K., Lazzaro B.P., Lopez D.L., Simuth J., Thompson G.J., Zou Z., De Jong P., Sodergren E., Csuros M., Milosavljevic A., Osoegawa K., Richards S., Shu C.L., Duret L., Elhaik E., Graur D., Anzola J.M., Campbell K.S., Childs K.L., Collinge D., Crosby M.A., Dickens C.M., Grametes L.S., Grozinger C.M., Jones P.L., Jorda M., Ling X., Matthews B.B., Miller J., Mizzen C., Peinado M.A., Reid J.G., Russo S.M., Schroeder A.J., St Pierre S.E., Wang Y., Zhou P.L., Jiang H.Y., Kitts P., Ruef B., Venkatraman A., Zhang L., Aquino-Perez G., Whitfield C.W., Behura S.K., Berlocher S.H., Sheppard W.S., Smith D.R., Suarez A.V., Tsutsui N.D., Wei X.H., Havlak P., Li B.S., Liu Y., Jolivet A., Lee S., Nazareth L.V., Pu L.L., Thorn R., Stolt V., Newman T., Samanta M., Tongprasit W.A., Claudianos C., Berenbaum M.R., Biswas S., de Graaf D.C., Feyereisen R., Johnson R.M., Oakeshott J.G., Ranson H., Schuler M.A., Muzny D., Chacko J., Davis C., Dinh H., Gill R., Hernandez J., Hines S., Hume J., Jackson L., Kovar C., Lewis L., Miner G., Morgan M., Nguyen N., Okwuonu G., Paul H., Santibanez J., Savery G., Svatek A., Villasana D. & Wright R. (2006). – Insights into social insects from the genome of the honeybee *Apis mellifera*. *Nature*, **443** (7114), 931-949.
40. Whitfield C.W., Ben-Shahar Y., Brillet C., Leoncini I., Crauser D., Le Conte Y., Rodriguez-Zas S. & Robinson G.E. (2006). – Genomic dissection of behavioral maturation in the honey bee. *Proc. natl Acad. Sci. USA*, **103** (44), 16068-16075.
41. Williams I.H. (1996). – Aspects of bee diversity and crop pollination in the European Union. *In* The conservation of bees. Linnean Society Symposium Series no. 18 (A. Matheson, S.L. Buchmann, C. O'Toole, P. Westrich & I.H. Williams, édit.) Academic Press, Londres, 63-80.
42. Winston M.L. (1987). – The biology of the honey bee. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
43. Yang X. & Cox-Foster D. (2007). – Effects of parasitization by *Varroa destructor* on survivorship and physiological traits of *Apis mellifera* in correlation with viral incidence and microbial challenge. *Parasitology*, **134**, 405-412.
44. Yang X. & Cox-Foster D.L. (2005). – Impact of an ectoparasite on the immunity and pathology of an invertebrate: Evidence for host immunosuppression and viral amplification. *Proc. natl Acad. Sci. USA*, **102** (21), 7470-7475.

2. Texto de chegada

Alterações climáticas: impacto nas populações de abelhas e as suas doenças

Y. Le Conte ⁽¹⁾ & M. Navajas ⁽²⁾

(1) Instituto Nacional de Investigação Agronómica (INIA), UMR¹ 406 Abelhas e ambiente (INIA / UAPV²), Laboratório de Biologia e protecção da abelha, Agroparc, Saint-Paul, 84914 Avignon Cedex³ 9, França.

(2) Instituto Nacional de Investigação Agronómica (INIA), UMR CBGP⁴ (INRA / IRD⁵ / CIRAD⁶ / Montpellier SupAgro⁷), Campus internacional de Baillarguet, CS 30016, 34988 Montpellier-sur-Lez, Cedex, França

Resumo

A abelha *Apis mellifera* é o polinizador de maior importância económica para as culturas a nível mundial. As abelhas são também essenciais na conservação da biodiversidade polinizando numerosas espécies vegetais cuja fecundação requer um polinizador obrigatório. A *Apis mellifera* é uma espécie que demonstrou um grande potencial de adaptação uma vez que se encontra praticamente no mundo inteiro e nos mais variados climas. Num contexto de alterações climáticas, a variabilidade das diversas etapas da vida da abelha mediante as temperaturas e o ambiente demonstra uma plasticidade e uma variabilidade genética da espécie capaz de desencadear uma selecção de ciclos de desenvolvimento ajustados a novas condições ambientais.

Se é verdade que o impacto específico que estes factores podem exercer sobre a abelha num contexto de mudança climática se revela incerto, nós dispomos, por outro lado, de uma quantidade considerável de dados que atestam a sua influência directa no desenvolvimento das abelhas. Os autores averigam o impacto que as alterações climáticas poderão causar no comportamento e fisiologia da abelha e na sua distribuição, bem como na evolução das suas interacções com as doenças.

Será necessário tomar medidas de protecção a fim de evitar o desaparecimento deste tesouro que é a diversidade genética das abelhas e conservar os ecótipos que constituem uma riqueza para a biodiversidade a nível mundial

Palavras-chave

Abelha – Adaptação – *Apis* – Biodiversidade – Conservação – Diversidade genética – Ecótipo – Doença.

Introdução

As abelhas do género *Apis* encontram-se distribuídas pelo mundo inteiro em climas muito diferentes. A espécie *Apis mellifera*, cuja área de distribuição se estende até à África subsaariana, o norte da Europa e a Ásia Central, encontra-se em ambientes muito variados, como os oásis do deserto africano, as montanhas alpinas, a orla da tundra ou as brumas inglesas. Os seus ecótipos adaptaram-se de forma notável aos seus biótopos. As outras espécies de abelhas do género *Apis* encontram-se distribuídas pela Ásia, mais especificamente no Sudeste Asiático, sob climas tropicais (33).

As previsões das alterações climáticas apontam, dentro de algumas décadas, perturbações em determinadas regiões do mundo, designadamente, um avanço dos desertos, um recuo da calota glaciária, a fusão das neves, uma pluviometria variável e em geral um aumento significativo dos episódios climáticos extremos.

Uma alteração das condições climáticas terá certamente um impacto na sobrevivência desses ecótipos ou das espécies de abelhas profundamente intrusadas ao seu meio ambiente. Migrações e modificações do seu ciclo de vida e do seu comportamento permitir-lhes-iam sobreviver em novos biótopos. É na variabilidade genética da abelha que incidirá a adaptação; daí a importância de conservar esta

¹ UMR - Unidade Mista de Pesquisa

² UAPV - Universidade de Avignon e da Região de Vaucluse

³ Cedex - Acrónimo francês que diz respeito ao Correio Empresarial a Distribuição Excepcional

⁴ CBGP - Centro de biologia e de gestão das populações

⁵ IRD - Instituto de investigação para o desenvolvimento

⁶ CIRAD - Centro de cooperação internacional em investigação agronómica para o desenvolvimento

⁷ Montpellier SupAgro - Centro internacional de estudos superiores em ciências agronómicas.

variabilidade. As abelhas deverão também adaptar-se a um “sem número” de predadores, de parasitas e de agentes patogénicos que as rodeiam. Por um lado, as relações entre hospedeiros e parasitas serão alteradas; por outro, as transferências de agentes patogénicos entre espécies de abelhas, resultantes das trocas comerciais, originarão novos factores de stresse que as abelhas terão de enfrentar. Neste contexto, a alteração climática pode levar a novas possibilidades de implantação das abelhas em regiões ou habitats até agora impensáveis.

A abelha, uma espécie economicamente relevante

A perpetuidade das actividades agrícolas no mundo encontra-se em parte associada aos insectos polinizadores. Estima-se que estes últimos contribuem anualmente com 117 bilhões de dólares (7); cerca de 35% das culturas dependem directamente dos polinizadores (18) e 84% das espécies cultivadas estão ligadas à actividade desses insectos (41).

A abelha *Apis mellifera* é o polinizador de maior importância económica para as culturas a nível mundial (17). As abelhas são igualmente essenciais para a conservação da biodiversidade visto que polinizam inúmeras espécies vegetais cuja fecundação requer um polinizador obrigatório. (1, 24). Num contexto de alterações climáticas, verificar-se-ão modificações em particular, no período de floração na fenologia das plantas. Novos equilíbrios bioclimáticos e económicos moldarão a distribuição e os tipos de culturas, bem como a vegetação espontânea (38). As alterações climáticas podem desequilibrar as relações entre flores e polinizadores e estes últimos deverão ser protegidos no sentido de assegurar a sua função de polinização, tão decisiva para a economia e para os equilíbrios ecológicos.

A abelha europeia *Apis mellifera* e as abelhas congêneres do Sudeste Asiático

Existem dez espécies de abelha do género *Apis* actualmente registadas (3). A distribuição destas espécies é bastante irregular (Fig. 1). *Apis mellifera*, oriunda da África, sofreu duas vagas de colonização na Eurásia (40)

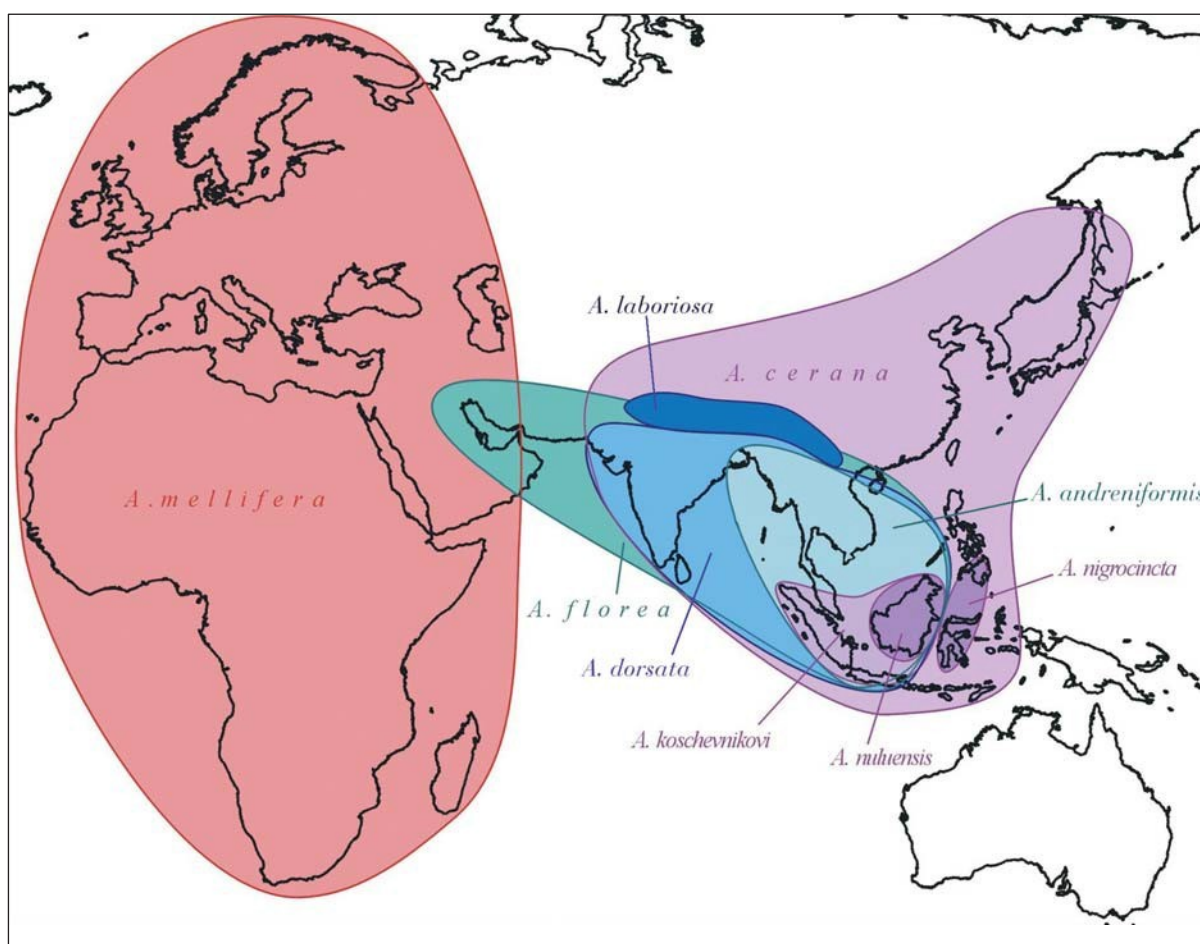


Fig. 1
Distribuição das espécies do género *Apis*
(alterado segundo Franck e outros, 2000[10]).

e foi exportada para os outros continentes. As outras nove espécies permaneceram nas suas zonas de origem, a Ásia, que constitui o berço mais provável do género *Apis*.

Comparativamente com as raças europeias de *Apis mellifera*, as espécies asiáticas são pouco produtivas. Estas últimas vivem no clima ameno das regiões tropicais e não têm necessidade de acumular grandes quantidades de alimento, já que elas dispõem o ano inteiro de uma quantidade de flores adequada às suas necessidades (33). Ao invés, as raças europeias de *Apis mellifera* desenvolveram uma estratégia de colheita e armazenamento de mel para conseguirem passar o inverno. Sobreviver aos invernos geralmente rigorosos, constitui uma forte pressão de selecção; eis o que explica, em parte, uma maior capacidade dessas abelhas para produzir mel (21). As grandes qualidades de produção da *A. mellifera* justificaram a sua utilização pelos apicultores em todas as regiões do mundo. Encontramo-la, actualmente, na Ásia, onde coabita com outras espécies do género *Apis*, bem como na América e na Austrália para onde ela foi importada pelos colonos.

A abelha doméstica *Apis mellifera*: um conjunto de 25 subespécies ou raças

A *Apis mellifera* é a abelha mais difundida no mundo devido às suas grandes potencialidades para a colheita do mel. *Apis mellifera* é próxima, do ponto de vista morfológico, comportamental e genético de *Apis cerana* cuja área de distribuição se estende do Japão até ao limite oriental do Próximo Oriente. Tudo indica que as duas espécies terão divergido há cerca de 8 milhões de anos (33).

A área de distribuição original da *Apis mellifera* é a Europa, a África e o Médio Oriente até ao Afeganistão, o Cazaquistão e o Este da Rússia. Esta espécie compreende cerca de vinte subespécies ou raças geográficas descritas pela morfometria e por análises moleculares, e reagrupadas em ramos evolutivos de acordo com as suas similaridades morfológicas (Fig. 2). A descrição de cada raça assenta nas suas singularidades morfológicas, comportamentais, fisiológicas e ecológicas apropriadas às condições climáticas e ambientais nas quais ela evolui. As raças do ramo A são tipicamente africanas apesar destas serem por vezes muito diferentes umas das outras. As raças do ramo C, tais como a *A. m. carnica*, *ligustica* e *cecropia* ocupam as costas do Nordeste do mediterrâneo e apresentam semelhanças morfológicas com as raças do ramo O do Próximo e Médio Oriente. Finalmente as raças do ramo M, tais como *mellifera* e *iberiensis* são típicas do Oeste da Europa, mas apresentam também similitudes com as raças da África do Norte (10, 33).

Recentemente, um estudo molecular realizado com marcadores SNP confirmou a pertinência dos ramos

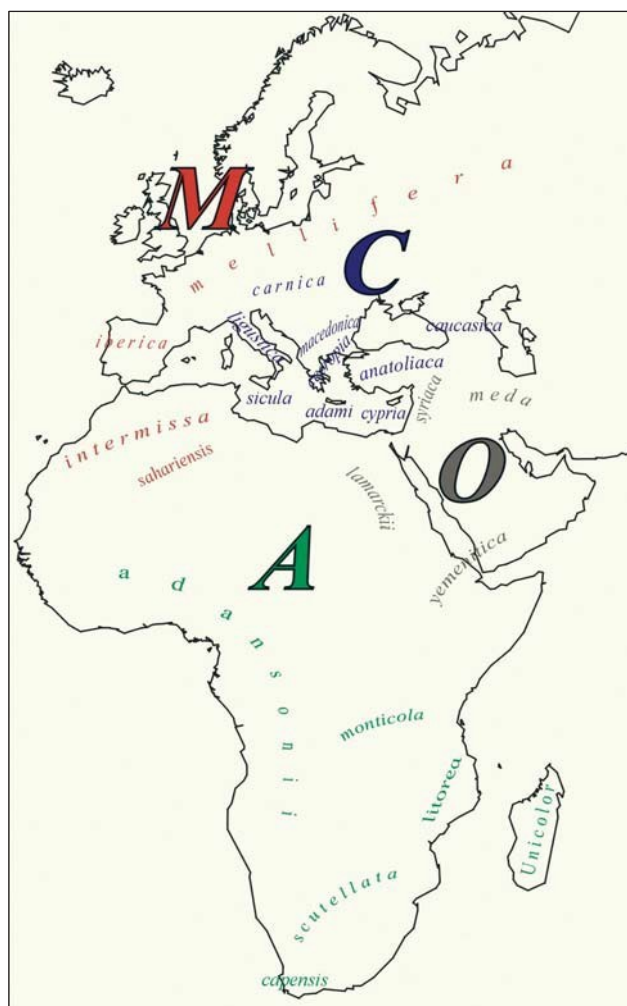


Fig. 2
Principais raças geográficas de *Apis mellifera*
(segundo Franck e outros.[10])

Estas raças são classificadas em quatro ramos evolutivos A, M, C e O segundo as suas diferenças morfológicas (estabelecidas por Ruttner em 1988)

evolutivos da *A. Mellifera* (40). Este estudo confirmou a origem africana da espécie. Dois ramos colonizaram a Europa, um tomando a via do Médio Oriente até à Itália, o outro da Espanha até à Dinamarca. As duas raças geneticamente são a *A. m. mellifera* e a *A. m. ligustica*.

O fundo genético destas raças evolui constantemente sob influência da selecção natural, adaptando-se a alterações do seu ambiente, bem como sob influência humana associada às práticas apícolas (21). O contacto que estas podem ter com outras raças importadas, ou com agentes patogénicos, pode alterar profundamente as suas características. A *Apis m. ligustica*, a *A. m. mellifera* e a *A. m. caucasica* foram exportadas para o mundo inteiro, mesmo até à Ásia onde elas foram postas em contacto com outras espécies de abelhas e também com novos parasitas e agentes patogénicos (16).

Doenças e parasitas da abelha

Inúmeros predadores, parasitas (ácaros) e agentes patogénicos (protozoários, bactérias, vírus) vivem “às custas” da abelha.

Ácaros

O ácaro *Acarapis woodi* parasita a *A. mellifera* e a *A. cerana*. Aloja-se e reproduz-se nas traqueias das obreiras que acabam por sufocar (34). Ainda que tenha sido um flagelo no século passado, hoje em dia, o ácaro não constitui um problema de maior para a apicultura mundial.

Os ácaros *Tropilaelaps spp.* parasitam a *Apis dorsata* na Ásia tropical. A introdução da *A. mellifera* na área de distribuição da *A. dorsata* permitiu a estes ácaros encontrar um novo hospedeiro. Um estudo recente baseado em marcadores moleculares detectou pelo menos quatro espécies de *Tropilaelaps* na Ásia, mas o *T. clareae* é o único a parasitar a *A. mellifera* (2). Nessa região do mundo, a *A. mellifera* é também parasitada por um segundo ácaro, o *Varroa destructor*, com uma forte competição entre estas duas espécies. O *Tropilaelaps* parasita o ninho das abelhas alimentando-se da hemolinfa e reproduzindo-se. A multiplicação desses parasitas pode conduzir à morte das colónias e ao aparecimento de outros agentes patogénicos. O ácaro encontra-se profundamente ligado ao ninho, de tal modo que uma ausência superior a sete dias lhe é fatal.

O *Varroa destructor* (fig. 3) é uma praga capaz de destruir as colónias de *A. mellifera* no mundo inteiro, excepto na Austrália onde ainda não chegou. Ele é a principal razão evocada pelos cientistas para explicar a mortalidade das abelhas de um modo geral. Parasita originário da abelha asiática *Apis cerana*, foi transferido para a abelha europeia, *Apis mellifera*, a meio do século passado no decurso de trocas de material genético entre inúmeros países (28). Sem tratamento adequado, as colónias parasitadas morrem ao fim de dois a três anos. É actualmente impossível erradicar essa parasitose.

Estes ácaros diminuem as respostas imunitárias da abelha e favorecem o desenvolvimento de viroses (13). São também vectores activos na transmissão de vírus e bactérias (43,44).

A luta contra esses parasitas apresenta problemas clássicos encontrados para limitar as pragas. Eles tornam-se resistentes às moléculas acaricidas utilizadas pelos apicultores para os controlar (25). A recente descoberta de

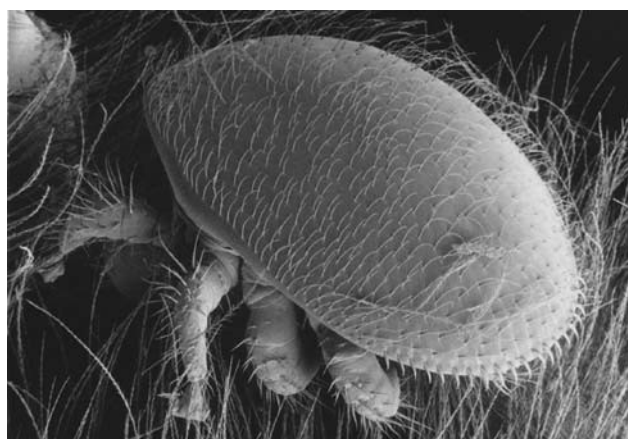


Fig. 3
Microfotografia (microscopia electrónica de varrimento) de uma fêmea do ácaro *Varroa destructor*, vista dorsal

Foto tirada por E. Erbe & R. Ochoa, USDA-SEL-EMUt

colónias de abelhas capazes de tolerar infestações consideráveis de *V. destructor* em várias partes do mundo (nomeadamente nos Estados Unidos [14] e na Europa [19]), entreabrem a porta a soluções consistentes para o controlo do parasita. As bases biológicas deste fenómeno começaram a ser esmiuçadas graças aos métodos inovadores da genómica que levam a querer que a tolerância da abelha face à varroa é mais uma questão comportamental do que imunológica (26).

Protozoários

O *Nosema apis* é um microsporídeo que ataca a parede do intestino médio na abelha adulta. A doença pode evoluir sem sintomas ou manifestar-se por um enfraquecimento da colónia podendo conduzir à sua morte. A infestação das colónias é latente. A doença surge essencialmente no início da primavera após invernos longos e húmidos: as abelhas, impedidas de sair, depositam na colmeia os excrementos que constituem uma fonte de contágio para as outras abelhas, resultando numa progressão rápida da doença. Apesar de existirem sinais comuns a outras doenças, alguns, observados quer na colónia quer em laboratório, permitem identificar a doença (16).

O *Nosema cerana* é uma outra espécie de microsporídeo, próxima do *N. apis* (12) que parasita a *A. cerana* e passou para *A. mellifera* por meio de trocas de material genético. Foi recentemente identificada na Europa (12,15) e, desde então, encontramos-la espalhada no mundo inteiro. Os sinais que o *Nosema cerana* induz na abelha são diferentes dos sinais causados pelo *N. apis*. Apenas o recurso a ferramentas moleculares permite diferenciar as duas espécies de microsporídeos (15). Este parasita é tido como responsável por importantes despovoamentos de colónias de abelhas em Espanha (15).

Bactérias

As bactérias patogénicas para a abelha atacam a criação.

A loque americana, doença conhecida desde a antiguidade, é causada pelo *Bacillus larvae*. Muito contagiosa, esta grave doença está disseminada no mundo inteiro.

A loque europeia é provocada por *Melissococcus pluton*, em associação com outras bactérias. Instala-se principalmente na primavera e de forma benigna nas colónias enfraquecidas. Um reforço na quantidade de pólen disponível para a colónia é, em geral, suficiente para as ajudar superar a doença, apesar de perdas consideráveis terem sido assinaladas no passado (16).

Actualmente, os únicos tratamentos eficazes contra estas protozoários e estes loques são os antibióticos que deixaram, no entanto, de serem autorizados atendendo ao perigo de introduzirem resíduos no mel.

Vírus

Foram identificados, nas abelhas do género *Apis*, dezoito vírus. Alguns deles são secundários, outros encontram-se presentes de forma latente e por vezes em grande quantidade nas abelhas das nossas colmeias, sem provocar sinais perceptíveis (37). Por razões ainda desconhecidas, estes vírus podem tornar-se muito patogénicos para as abelhas, provocando tremores e uma paralisia reconhecíveis à entrada da colónia. É o caso no que diz respeito aos vírus da paralisia crónica ou da paralisia aguda. Os mecanismos de acção destes vírus para conseguirem matar as abelhas são ainda desconhecidos. Não existe nenhum tratamento para lutar contra estes vírus capazes de enfraquecer ou matar a colónia. Estas patologias podem ser bloqueadas por doses suficientes de pólen de qualidade trazido pelas obreiras em pastoreio. A varroa enfraquece as defesas imunitárias das abelhas, induzindo, assim, a multiplicação do vírus (4).

Impacto da alteração climática na abelha

O impacto da alteração climática na abelha pode ser encarado a diferentes níveis: pode actuar directamente sobre o seu comportamento e a sua fisiologia; pode modificar a qualidade do ambiente floral e aumentar, ou reduzir as capacidades de colheitas e de desenvolvimento das colónias; pode definir novas áreas de distribuição das abelhas e alterar as actuais relações de competição entre espécies e raças, bem como entre os seus parasitas e agentes patogénicos. Do mesmo modo, os apicultores ver-se-ão forçados a modificar os seus métodos apícolas,

favorecendo a exploração de novas áreas de colheita e a importação de raças estrangeiras de forma a testar a sua capacidade em novos ambientes.

Impacto da alteração climática sobre o comportamento e a fisiologia da abelha e a sua distribuição.

A *Apis mellifera* possui a capacidade de se adaptar aos climas quentes. Assim, podemos encontrar, por exemplo, a *Apis m. sahariensis* nos oásis do Saara, onde ela se consegue adaptar às florações locais (palmeiras...) e ao calor intenso (33). Nos Estados Unidos da América, certas abelhas conseguem sobreviver no deserto do Arizona. A condição de sobrevivência para essas abelhas reside na existência de água que elas utilizam em grande quantidade no sentido de criar as larvas, e termorregular o ninho entre os 34°C e os 35°C. Em ambientes áridos, as flores do deserto são insuficientes para satisfazer as suas necessidades de água, levando ao desaparecimento das abelhas. As previsões das alterações climáticas prevêem uma secagem das regiões desérticas e o consequente desaparecimento dos oásis e das suas abelhas. Torna-se pouco provável que a migração de *A. m. sahariensis* para zonas desérticas mais favoráveis se processe naturalmente, visto que os oásis são espaços muito isolados que não permitem a migração ou a enxameação com sucesso das colónias. É, pois, necessário considerar medidas de conservação para transferir esta abelha para zonas favoráveis ao seu desenvolvimento, sob pena de ver desaparecer este ecótipo que constitui uma riqueza mundial para a biodiversidade.

As alterações climáticas podem exercer uma influência sobre o ciclo de desenvolvimento das abelhas. Parece indiscutível que cada raça de abelha possui o seu próprio ritmo de desenvolvimento (21). Assim, qualquer modificação do clima ou deslocação de uma raça de abelhas de uma região geográfica para uma outra que lhe é estranha, terá, por certo, consequências mensuráveis. Nas regiões mais frias, as abelhas passam o inverno em cacho e utilizam as suas reservas energéticas de mel para sobreviver até à primavera. A capacidade que as abelhas revelam para acumular reservas energéticas e gerir o desenvolvimento da colónia espelha uma pressão de adaptação muito importante. Na primavera, quando a temperatura se torna mais amena, a rainha começa a postura dos ovos e a colónia desenvolve-se, aumentando o número de obreiras. No caso de ocorrer um longo período de frio durante o qual as abelhas serão impedidas de efectuar a colheita de alimento, assistir-se-á a uma diminuição rápida das reservas, podendo levar a colónia a morrer à fome. Tal acontece frequentemente a colónias de abelhas híbridas (resultantes de cruzamentos de várias raças de abelhas seleccionadas pelos apicultores) que se desenvolvem muito rapidamente na primavera. Ao invés, os ecótipos locais melhor adaptados às condições

ambientais revelam-se «mais prudentes» e desenvolvem-se mais lentamente na primavera até ao final do período frio, depois do qual eles se reproduzem a grande velocidade, não colocando em perigo a sobrevivência da colónia. É portanto necessário distinguir os ecótipos locais que têm de adaptar o seu desenvolvimento e as suas reservas ao clima e as abelhas híbridas seleccionadas pelos apicultores. Estas últimas não foram seleccionadas para gerir suficientemente bem as reservas de nutrientes, a rainha não adapta a sua postura de forma eficaz e as obreiras não ajustam a quantidade de larvas a criar às disponibilidades alimentares da colónia. Deste modo, elas não podem sobreviver sem a intervenção do apicultor que lhes fornece xarope de açúcar à discrição (21). Esta variabilidade das etapas da vida da abelha, relacionadas com as temperaturas e com o ambiente, demonstra uma plasticidade e uma variabilidade genética podendo dar ensejo à selecção de ciclos de desenvolvimento ajustados a novas condições climáticas.

As abelhas adaptam o seu comportamento às condições meteorológicas: não saem quando chove; e em períodos de grande calor procuram água e ventilam a colónia. Uma mudança do clima terá, portanto, um impacto directo neste tipo de comportamentos específicos das abelhas.

Seria a alteração da flora e do clima viável para a abelha?

O clima influencia o desenvolvimento das flores e a produção de néctar e de pólen que se encontram directamente ligados à actividade de pastoreio e de colheita de recursos alimentares (42). As abelhas devem dispor de grandes quantidades de mel suficientes para lhes permitir sobreviver ao inverno. As abelhas jovens devem possuir pólen suficiente para produzir e fornecer alimento às larvas a partir das suas glândulas hipofaríngeas e mandibulares.



Fig. 4
Obreira em pastoreio (Acácia)

A recolha de néctar das flores de acácia é muito dependente do clima. A chuva pode limitar uma colheita potencialmente considerável de néctar.

Foto tirada por Yves Le Conte

Uma das maiores consequências da alteração climática para as abelhas está intimamente às alterações de distribuição das espécies vegetais (38) de que dependem para se alimentar. Em caso de grande seca ou, pelo contrário, de grande humidade, as plantas poderão sobreviver? E se assim for, será que as flores poderão encontrar condições ideais para a produção do néctar e do pólen necessário ao desenvolvimento das abelhas? Se é verdade que o impacto específico que estes factores podem exercer sobre a abelha num contexto de mudança climática se revela incerto, nós dispomos, por outro lado, de uma quantidade considerável de dados que atestam a sua influência directa no desenvolvimento das abelhas. Conhece-se o impacto que a chuva pode exercer na colheita do mel. Por exemplo, quando as flores de acácia são lavadas pela chuva, deixam de ser atractivas para as abelhas (fig. 4) porque o néctar se encontra, aí, demasiado diluído. De igual modo, um clima demasiado seco reduzirá a produção do néctar pelas flores e a sua colheita pelas abelhas: as flores de lavandula não produzem néctar quando as condições climáticas são muito secas, tornando a sua colheita demasiado hipotética. Em situações extremas e sem a vigilância do apicultor, as abelhas podem mesmo morrer à fome (fig. 5).

Também a melada produzida pelos insectos picadores-sugadores de certas espécies vegetais se encontra igualmente dependente do clima. Na região da Alsácia, são necessárias condições muito específicas para o desenvolvimento e multiplicação das populações de afídeos a partir das quais as abelhas produzem a melada tão apreciada (16). Em contrapartida, algumas meladas provocam diarreias nas abelhas. Quais as consequências das alterações do clima na produção de meladas?

O debate sobre as carências alimentares resultantes do clima demasiado seco que limita a produção e a qualidade nutritiva do pólen está muito em foco actualmente (36).



Fig. 5
Obreira em pastoreio (Lavandula)

A colheita é aleatória. A seca vem muitas vezes limitar a produção de néctar por essas flores.

Foto tirada por Yves Le Conte

As abelhas que nascem no Outono passam o inverno na colmeia e constituem as forças vivas da colónia na primavera. A colheita do pólen é muito importante para a criação das futuras obreiras (23). Uma escassez de pólen provocada pela seca no Outono terá como efeito privar as abelhas de elementos nutritivos indispensáveis no Inverno, e diminuir as suas defesas imunitárias, tornando-as mais sensíveis aos agentes patogénicos, e ainda, limitar o seu tempo de vida.

Os climas tropicais podem evoluir para estações mais marcadas por períodos secos. As abelhas asiáticas terão de se adaptar rapidamente a uma estratégia de maior colheita de mel a fim de constituírem reservas para sobreviver durante os períodos sem flores. Ou então podem desenvolver uma estratégia de migração, como no caso da *A. dorsata*, uma importante espécie de abelha do género *Apis*. Estas colónias constroem ninhos ao ar livre formados por um único favo capaz de atingir um a dois metros de comprimento. São frequentemente gregárias, o que lhes confere uma evidente vantagem na defesa conjunta dos ninhos contra os predadores. Estas abelhas migram facilmente em função da estação, das florações ou das perturbações que podem vir a sofrer. Assim, abandonam os seus ninhos e podem voar durante quilómetros (até 200 km) para escapar à fome ou aos predadores. Após vários meses ou até mesmo um ou dois anos de desocupação, as mesmas colónias de abelhas voltam a colonizar os mesmos ninhos cada ano (27, 30). Um cenário plausível seria o de ver essas abelhas migrarem ao ritmo da evolução e das perturbações das espécies florais locais para assegurar a sua sobrevivência, mudarem o seu local de migração, abandonando as regiões que se tornaram demasiado áridas. Mas o que sucederá às espécies de abelhas que não migrarem? Se a enxameação natural é um factor importante, estas espécies poderão enxamear para zonas mais propícias e abandonar as suas regiões de origem ou então evoluir rapidamente para uma estratégia de colheita de modo a sobreviver durante períodos sem flores.

Um “caso de estudo” frequentemente citado é o do ecótipo da região de Landes. Nesta região de França, as colónias desenvolvem-se ao ritmo da floração das urzes, principal fonte natural para essas abelhas. O ecótipo adaptou o seu desenvolvimento ao da espécie vegetal (20) (fig.6). Uma mudança de clima conduzirá forçosamente a uma mudança da flora. O que acontecerá então à urze e a este ecótipo de abelha?

Consequências na distribuição geográfica de *Apis m. mellifera* e de outras raças

Deslocações naturais de colónia de abelhas

Tal como no caso de outros artrópodes (5), as alterações climáticas tenderão a impor uma redução ou um aumento das superfícies disponíveis para as abelhas.



Fig. 6

Obreira em pastoreio (Acácia)

A recolha do mel das flores de acácia é muito dependente do clima. A chuva pode limitar uma colheita potencialmente considerável de néctar.

Foto tirada por Yves Le Conte

As superfícies que evoluírem para a seca serão abandonadas pelas abelhas, forçadas a migrar para a periferia dessas mesmas zonas. Ao invés, as zonas frias, inicialmente hostis, serão colonizadas pelas abelhas.

A abelha africanizada é um interessante “caso de estudo”. A progressão da distribuição geográfica da abelha africanizada encontra-se, actualmente, estagnada na Argentina e nos Estados Unidos (9, 32). Os investigadores encontram, nas condições climáticas extremamente frias, a explicação para este fenómeno. O aquecimento climático revela-se, por conseguinte, um factor favorável à sua expansão para além da sua área de distribuição actual. Além disso, esta abelha é menos sensível à varroa do que as suas congéneres europeias (22), facto que lhe permite formar e manter colónias em estado selvagem e uma maior facilidade de adaptação do que outras raças - situação que se pode comprovar, actualmente, nos Estados Unidos.

Deslocações de colónias de abelhas efectuadas pelos apicultores

Os apicultores terão de modificar os seus hábitos de transumância, abandonando as zonas demasiado ressequidas, preferindo-lhes zonas mais húmidas. Serão certamente tentados a prosseguir a importação de rainhas de outras raças, a fim de testar as suas potencialidades de adaptação a novos climas. Estas importações contribuirão para o aumento da diversidade genética das populações de abelhas, mas serão também vectores de importação de novos agentes patogénicos, ou de novos haplótipos de abelhas, de maior ou menor interesse, tal como já aconteceu no passado (ver abelha africanizada).

O contacto das abelhas importadas com as raças e os ecótipos locais facilita combinações genéticas que poderão revelar-se úteis para a sobrevivência da espécie, mas contribuirá para o desaparecimento dos ecótipos locais e das raças puras, através da poluição genética.

Potencial de adaptação: variabilidade genética

A *Apis mellifera* é uma espécie que demonstrou uma grande capacidade de adaptação, visto que a encontramos sensivelmente em todas as partes do mundo, sob os mais variados climas. Levada para as Américas pelos colonos, ela evoluiu conjuntamente com o homem e propagou-se de norte a sul do continente. Pensa-se que a espécie é caracterizada por uma biodiversidade considerável e que poderá servir-se dessa sua variabilidade genética (6) para se adaptar às alterações climáticas. Em contrapartida, as espécies asiáticas permaneceram na Ásia, o que pode ser prova de uma menor capacidade de adaptação a ambientes diferentes e de alguma fragilidade perante alterações climáticas. A *Apis mellifera* parece ter mais potencial de adaptação do que estas congêneres asiáticas, pouco produtivas e que raramente foram submetidas à transumância. O homem, com o qual a *A. mellifera* evoluiu ao longo de vários séculos, será certamente determinante para a ajudar a sobreviver nos meios hostis e para conservar a biodiversidade dessa espécie. O contributo da apicultura como instrumento de polinização e de produção é essencial neste domínio. Em contrapartida, se os ecótipos das abelhas já não estiverem adaptados aos seus biótipos, as colónias selvagens terão de evoluir rapidamente para sobreviver sem a ajuda do homem.

Comércio de abelhas: factor de diversidade e de capacidade de adaptação ao meio?

Em França, os apicultores importaram abelhas praticamente do mundo inteiro. As colónias híbridas, geradas através da inseminação artificial das rainhas, podem produzir o dobro do mel produzido do pelas abelhas pretas (*A. m. mellifera*) locais (11). Os produtores de geleia real utilizam raças estrangeiras visto que a abelha preta francesa é muito pouco produtiva (16). Assim, há muito que se estabeleceu uma verdadeira rede de importação de rainhas estrangeiras. Contudo, estes híbridos e outras raças de abelhas são, não raras vezes, menos bem adaptados e mais sensíveis às doenças do que as raças locais. Existem, pois, em França, duas tendências opostas: por um lado, os defensores da raça preta local, ecótipo bem adaptado ao seu biótipo; por outro, os que importam e utilizam abelhas híbridas para assegurar melhores colheitas. Daqui resulta, todavia, uma forte diversidade genética, em França, causada por essas contínuas importações e pela poluição genética das abelhas locais.

Na América do Norte, a importação de rainhas é proibida por razões sanitárias. Apesar do considerável esforço investido para impedir as importações, as abelhas americanas têm mais doenças que as europeias. Nos Estados Unidos, grande parte do repovoamento do efectivo apícola é assegurado por alguns dos grandes criadores de rainhas que comercializam individualmente largos milhares de rainhas cada um.

Eles criam as rainhas a partir de algumas das suas melhores linhagens, o que resulta na redução da diversidade genética dos efectivos e, por conseguinte, no enfraquecimento das defesas das abelhas relativamente a diferentes agentes patogénicos.

No que diz respeito ao aquecimento climático, a situação francesa é, seguramente, mais confortável, uma vez que as abelhas, dotadas de uma diversidade genética mais forte, possuem um potencial de adaptação superior. Tal não se verifica em outros países europeus onde as importações são proibidas e onde se pratica uma forte selecção para manutenção das características da(s) raça(s) naturalmente existente(s).

Esta situação deve ser analisada no âmbito do aparecimento espontâneo de linhagens de abelhas resistentes à varroa como é o caso da França, onde surgiram colónias que sobrevivem há mais de dez anos sem qualquer tratamento contra este ácaro (19), enquanto que países como a Alemanha ou os Estados Unidos, que seleccionam as suas abelhas e importam pouco, ainda não detectaram resistência das suas abelhas à varroa.

As ferramentas da biologia molecular são pertinentes para medir a diversidade genética das populações de abelhas e para a correlacionar com a sua capacidade de adaptação face às alterações climáticas e aos diferentes agentes patogénicos (40). Do mesmo modo, o recurso à genómica, facilitado graças à sequenciação recente do genoma da abelha (39), deverá permitir compreender melhor os mecanismos de co-evolução entre as abelhas e os seus agentes patogénicos (26). Uma melhor compreensão desses mecanismos resultará numa gestão mais adequada das populações e permitirá a detecção de genes implicados no surgimento de novos fenótipos de abelhas.

As doenças e os parasitas: alterações de perfil e de incidência das doenças

Diferentes doenças em diferentes partes do mundo

Perfil actual das doenças e alterações potenciais de distribuição resultantes da alteração climática

Entre os agentes patogénicos de que há registo, existem vários com uma distribuição mundial. Os casos da *V. destructor* em *A. mellifera* e *A. cerana*, das loques americana e europeia, do *N. apis* e *N. ceranae* e de inúmeros vírus na *A. mellifera* são exemplos paradigmáticos. Estes agentes patogénicos possuem, geralmente, haplotipos cuja virulência é variável: as alterações climáticas poderão a favorecer a transferência

desse haplotipos para as populações de abelhas. Outros agentes patogénicos ou haplotipos têm áreas de distribuição mais limitadas, como por exemplo, o *Tropilaelaps*, até agora somente detectado na Ásia (34). As alterações climáticas originarão movimentos de abelhas, de espécies e raças diferentes, levando-as a entrar em contacto com agentes patogénicos com os quais elas não coexistiram anteriormente, como foi o caso da *V. destructor* e da *A. mellifera*. Apenas dois haplotipos extremamente homogêneos deste parasita da abelha invadiram, em poucas décadas, durante o século passado, a quase totalidade da sua área de distribuição (35). A história demonstra, portanto, que estes encontros podem revelar-se catastróficos e que a sobrevivência das abelhas necessitará da intervenção humana. Estes movimentos poderão ser espontâneos e associados às modificações das áreas geográficas, ou provocados pelas trocas de abelhas efectuadas pelos apicultores.

A distribuição geográfica de doenças cuja manifestação depende de factores climáticos poderá variar. É o caso, por exemplo, da micose provocada pelo fungo *Ascosphaera apis*, que se desenvolve, essencialmente, em meio húmido.

Como evoluirá a interacção agente patogénico/abelha?

Os resultados recentes do estudo metagenómico, realizado por investigadores americanos em populações que sofreram da síndrome do colapso das colónias (CCD), mostram-se bastante esclarecedores neste contexto (8). Demonstraram que inúmeros agentes patogénicos infestam colónias de abelhas, incluindo agentes patogénicos importados. É, pois, muito provável, que agentes ainda não identificados, existam em determinadas espécies ou raças de abelhas. Algumas espécies de agentes patogénicos, presentes nessas diferentes raças ou espécies, podem ser postas em contacto com novos hospedeiros. A recente descoberta do *Nosema Ceranae* (15) e da variante israelita do vírus da paralisia aguda (8) na *Apis mellifera* é um exemplo significativo que demonstra o potencial papel do homem nos movimentos de populações. As interacções destes diferentes agentes patogénicos poderão ser modificadas pela alteração climática. O *Tropilaelaps* é um caso paradigmático: este ácaro ainda não infesta a *Apis mellifera*, devido ao ciclo de desenvolvimento desta espécie de abelha compreender um período sem criação, o que é fatal à sobrevivência do ácaro (34). Ora, se a alteração climática provocar invernos mais quentes, a *A. mellifera* deveria, consequentemente, adaptar-se a um ciclo de criação ininterrupta que levaria à formação de um potencial hospedeiro para o *Tropilaelaps*.

Consequências na saúde das abelhas e impacto sócio-económico

As abelhas deverão ser protegidas pelo homem, que mais não seja pela sua importância nas produções agrícolas e

para o mercado que elas representam. É por demais evidente que as abelhas serão expostas a novos agentes patogénicos. As elevadas taxas de mortalidade e grau de despovoamento, actualmente verificadas nas colónias, demonstram a fragilidade das populações de abelhas a nível mundial. Como no caso da Varroa com a *Apis mellifera*, torna-se indispensável ajudar as nossas abelhas através de medicação e outros meios de luta adequados, a fim de evitar o seu desaparecimento.

A alteração climática pode facilitar o aparecimento de novas espécies invasivas

Inúmeros exemplos revelaram a fragilidade do equilíbrio hospedeiro-parasita e demonstraram que as modificações, mesmo que ligeiras, no clima, exercem um impacto claro na instalação de espécies invasivas, actualmente numa linha de fronteira com a área de distribuição das abelhas.

A situação destas últimas, relativamente aos predadores que colonizam novas zonas, pode igualmente evoluir. Um exemplo digno de referência é o do abelharuco, uma ave magnífica que se alimenta de himenópteros, incluindo abelhas. Originário da região mediterrânica, prolifera, causando estragos - com pouca expressividade, por enquanto -, na apicultura. Em França, é possível encontrá-lo até ao norte do Loire. Encontramos um segundo exemplo na *Aethina tumida*, pequeno coleóptero, que pode destruir colónias de abelhas. Originário da África do sul, desenvolve-se no seio das colónias mais fracas. Terá sido introduzido nos Estados Unidos, provavelmente a partir de citrinos importados nos quais se pode desenvolver, e constitui um problema suplementar para a apicultura americana, principalmente nas regiões quentes e húmidas. O clima frio bloqueou a sua progressão para norte mas as alterações climáticas tendem a favorecer a extensão da sua área de distribuição. Já foram tomadas medidas para evitar a importação desta praga para a Europa, onde é considerado como potencialmente perigoso.

Aspectos sócio-económicos

Para além das abelhas, os apicultores deverão, também eles, adaptar-se às alterações do clima e da flora. Deste modo, determinadas regiões hostis à apicultura, tornar-se-ão interessantes para os apicultores, enquanto que outras zonas, actualmente aproveitadas, terão de ser abandonadas. A adaptação das plantas melíferas às alterações climáticas será determinante nas escolhas efectuadas pelos apicultores.

Os apicultores deverão, ainda, adaptar as suas abelhas às alterações climáticas, abandonando os ecótipos ou raças locais em prol de abelhas com maior capacidade de adaptação. Nessa perspectiva, devem ser encaradas diligências para a conservação de raças e de ecótipos, no sentido de limitar o desaparecimento da biodiversidade da abelha. Uma das técnicas mais tentadoras consiste na crioconservação de sêmen.

Casos recentes de mortalidade

Desde 1995, assiste-se ao incremento da mortalidade no seio das abelhas da espécie *A. mellifera*, a nível mundial. Os investigadores afirmam, em uníssono, que as causas de tal facto são multifactoriais. Os pesticidas matam numerosas colónias todos os anos e novos agentes patogénicos vieram aumentar a lista, já extensa, das doenças das abelhas. Os investigadores sublinham, no entanto, que o ambiente e o stresse das abelhas sob influência das alterações climáticas, são determinantes para este elevado nível de mortalidade (29, 31). Parece existir uma forte interacção entre doenças, pesticidas, ambiente e clima. As alterações climáticas actuam em cada um desses factores. Para compreender o efeito das alterações climáticas na evolução das populações de abelhas, será, assim, necessário, ter em conta cada um desses factores.

Conclusão

A generalização da mortalidade em colónias de abelhas *Apis mellifera*, a nível mundial, mostra, de forma clara, a fragilidade desta espécie, cuja sobrevivência depende de um ambiente que lhe é cada vez mais hostil. Os pesticidas, as novas doenças, o stress e as interacções entre estes factores, são as razões evocadas para explicar este fenómeno. Neste contexto, as alterações climáticas vão alterar os equilíbrios entre a abelha, a flora de que depende e as suas doenças.

Esta espécie de abelha deu provas de uma grande capacidade para colonizar ambientes muito diversificados e demonstra possuir uma variabilidade genética, coadjuvada pela vertente da selecção, de modo a permitir-lhe uma melhor adaptação a essas alterações climáticas. É de rezeir, porém, que o stresse criado pelas alterações climáticas venha acrescentar-se, de modo inexorável, aos diferentes factores que colocam actualmente a espécie em perigo em algumas regiões do mundo.

Se o homem altera o ambiente das abelhas, tem também o dever de tomar medidas de protecção para evitar o desaparecimento desta riqueza que é a diversidade genética das abelhas.

A compreensão dos factores que contribuem para o desaparecimento das abelhas deverá assentar em estudos que visem o conhecimento das causas da mortalidade, bem como o efeito das modificações ambientais ligadas à actividade humana. Estudos de campo, bem como a utilização de métodos modernos de genómica (possibilitados pela sequenciação recente do genoma da abelha), terão, por certo, um papel preponderante no conhecimento dos factores que constituem um stresse vital para estas espécies de abelhas.



Influencia de los cambios climáticos en las poblaciones de abejas y sus enfermedades

Y. Le Conte & M. Navajas

Resumen

La abeja *Apis mellifera* es el polinizador económicamente más importante para los cultivos a escala mundial. Además, las abejas son indispensables para mantener la diversidad biológica, porque polinizan a numerosas especies vegetales cuya fecundación exige la intervención de un polinizador. La especie *Apis mellifera* ha demostrado una gran capacidad de adaptación, no en vano está presente prácticamente en todo el mundo y en climas muy distintos. En un contexto de modificaciones climáticas, la variabilidad de las características del ciclo de vida de la abeja en función de las temperaturas y el medio físico pone de manifiesto que la especie posee una plasticidad y variabilidad genética que se presta a la selección de ciclos de desarrollo adaptados a nuevas condiciones ambientales.

Aunque no está del todo clara la forma concreta en que los cambios ambientales podrían repercutir en la abeja en una situación de evolución del clima, disponemos de multitud de datos que indican que tales cambios tienen una influencia directa en el desarrollo de las abejas. Los autores examinan los previsibles efectos de los cambios climáticos sobre el comportamiento y la fisiología de la abeja, su distribución y la evolución de sus interacciones con las enfermedades.

Habrá que tomar medidas de protección para evitar que desaparezca la inestimable diversidad genética de las abejas y conservar ecotipos que constituyen un gran tesoro para el mundo desde el punto de vista de la diversidad biológica.

Palabras clave

Abeja – Adaptación – Apis – Conservación – Diversidad biológica – Diversidad genética – Ecotipo – Enfermedad.



Referências

- Allen-Wardell G., Bernhardt P., Bitner R., Burquez A., Buchmann S., Cane J., Cox P.A., Dalton V., Feinsinger P., Ingram M., Inouye D., Jones C.E., Kennedy K., Kevan P., Koopowitz H., Medellin R., Medellin-Morales S., Nabhan G.P., Pavlik B., Tepedino V., Torchio P. & Walker S. (1998). – The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conserv. Biol.*, **12** (1), 8-17.
- Anderson D.L. & Morgan M.J. (2007). – Genetic and morphological variation of bee-parasitic *Tropilaelaps* mites (Acari: Laelapidae): new and re-defined species. *Experim. appl. Acarol.*, **43** (1), 1-24.
- Arias M.C. & Sheppard W.S. (2006). – Corrigendum to: Phylogenetic relationships of honey bees (Hymenoptera: Apinae: Apini) inferred from nuclear and mitochondrial DNA sequence data (*Molec. Phylogenet. Evol.*, 2005, **37** (1), 25-35). *Molec. Phylogenet. Evol.*, **40** (1), 315-315.
- Chen Y.P., Evans J. & Feldlaufer M. (2006). – Horizontal and vertical transmission of viruses in the honeybee *Apis mellifera*. *J. Invertebr. Pathol.*, **92** (3), 152-159.
- Chown S.L., Slabber S., McGeoch M.A., Janion C. & Leinaas H.P. (2007). – Phenotypic plasticity mediates climate change responses among invasive and indigenous arthropods. *Proc. roy. Soc. Lond., B, biol. Sci.*, **274** (1625), 2531-2537.
- Cornuet J.M. & Louveaux J. (1981). – Aspects of genetic variability in *Apis mellifera* L. In *Biosystematics of social insects* (P.E. House & J.-L. Clements, édit.). Academic Press, Londres, New York, 85-94.
- Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P. & van den Belt M. (1997). – The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, **387** (6630), 253-260.
- Cox-Foster D.L., Conlan S., Holmes E.C., Palacios G., Evans J.D., Moran N.A., Quan P.L., Brieke T., Hornig M., Geiser D.M., Martinson V., van Engelsdorp D., Kalkstein A.L., Drysdale A., Hui J., Zhai J.H., Cui L.W., Hutchison S.K., Simons J.E., Egholm M., Pettis J.S. & Lipkin W.I. (2007). – A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. *Science*, **318** (5848), 283-287.
- Diniz N.M., Soares A.E.E., Sheppard W.S. & Del Lama M.A. (2003). – Genetic structure of honeybee populations from southern Brazil and Uruguay. *Genet. molec. Biol.*, **26** (1), 47-52.
- Franck P., Garnery L., Solignac M. & Cornuet J.M. (2000). – Molecular confirmation of a fourth lineage in honeybees from the Near East. *Apidologie*, **31** (2), 167-180.
- Fresnaye J., Lavie P. & Boesiger E. (1974). – La variabilité de la production du miel chez l'abeille de race noire (*Apis mellifica* L.) et chez quelques hybrides interraciaux. *Apidologie*, **5** (1), 1-20.
- Fries I., Feng F., da Silva A., Slemenda S.B. & Pieniazek N.J. (1996). – *Nosema ceranae* n. sp. (Microspora, Nosematidae), morphological and molecular characterization of a microsporidian parasite of the Asian honey bee *Apis cerana* (Hymenoptera, Apidae). *Eur. J. Protistol.*, **32** (3).

13. Gregory P.G., Evans J.D., Rinderer T. & de Guzman L. (2005). – Conditional immune-gene suppression of honeybees parasitized by *Varroa* mites. *J. Insect Sci.*, **5** (7).
14. Harbo J.R. & Harris J.W. (2005). – Suppressed mite reproduction explained by the behaviour of adult bees. *J. apicult. Res.*, **44** (1), 21-23.
15. Higes M., Martin R. & Meana A. (2006). – *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. *J. Invertebr. Pathol.*, **92** (2), 93-95.
16. Jean-Prost P. & Le Conte Y. (2005). – Apiculture. Connaître l'abeille – conduire le rucher. Lavoisier, Paris, 698 pp.
17. Johnson R. (2007). – Recent honey bee colony declines. Congressional Research Service Report for Congress (disponible sur le web : www.fas.org/sgp/crs/misc/RL33938.pdf, page consultée le 7 mai 2008).
18. Klein A.M., Vaissiere B.E., Cane J.H., Steffan-Dewenter I., Cunningham S.A., Kremen C. & Tscharntke T. (2007). – Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. roy. Soc. Lond., B, biol. Sci.*, **274** (1608), 303-313.
19. Le Conte Y., de Vaublanc G., Crauser D., Jeanne F., Rousselle J.-C. & Bécard J.-M. (2007). – Honey bee colonies that have survived *Varroa destructor*. *Apidologie*, **38**, 1-7.
20. Louveaux J. (1973). – The acclimatization of bees to a heather region. *Bee World*, **54** (3), 105-111.
21. Louveaux J., Albisetti M., Delangue M. & Theurkauff J. (1966). – Les modalités de l'adaptation des abeilles (*Apis mellifica* L.) au milieu naturel. *Ann. Abeille*, **9** (4), 323-350.
22. Martin S.J. & Medina L.M. (2004). – Africanized honeybees have unique tolerance to *Varroa* mites. *Trends Parasitol.*, **20** (3), 112-114.
23. Mattila H.R. & Otis G.W. (2006). – Influence of pollen diet in spring on development of honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies. *J. econ. Entomol.*, **99** (3), 604-613.
24. Michener C. (2000). – The bees of the world. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
25. Milani N. (1999). – The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to acaricides. *Apidologie*, **30**, 229-234.
26. Navajas M., Migeon A., Alaux C., Cros-Arteil S., Martin-Magniette M., Robinson G.E., Evans J.D., Crauser D. & Le Conte Y. (2008) – Differential gene expression of the honey bee *Apis mellifera* associated with *Varroa destructor* infection. *BMC Genomics* (soumis pour publication)
27. Neumann P., Koeniger N., Koeniger G., Tingek S., Kryger P. & Moritz R.F.A. (2000). – Entomology – Home-site fidelity in migratory honeybees. *Nature*, **406** (6795), 474-475.
28. Oldroyd B.P. (1999). – Coevolution while you wait: *Varroa jacobsoni*, a new parasite of western honeybees. *Trends Ecol. Evol.*, **14** (8), 312-315.
29. Oldroyd B.P. (2007). – What's killing American honey bees? *PLoS Biol.*, **5** (6), 168.
30. Paar J., Oldroyd B.P. & Kastberger G. (2000). – Entomology – Giant honeybees return to their nest sites. *Nature*, **406** (6795), 475-475.
31. Pettis J., Vanengelsdorp D. & Cox-Foster D. (2007). – Colony collapse disorder working group pathogen sub-group progress report. *Am. Bee J.*, **147** (7), 595-597.
32. Pinto M.A., Rubink W.L., Patton J.C., Coulson R.N. & Johnston J.S. (2005). – Africanization in the United States: replacement of feral European honeybees (*Apis mellifera* L.) by an African hybrid swarm. *Genetics*, **170** (4), 1653-1665.
33. Ruttner F. (1988). – Biogeography and taxonomy of honeybees. Springer, New York.
34. Sammartaro D., Gerson U. & Needham G. (2000). – Parasitic mites of honey bees: life history, implications, and impact. *Annu. Rev. Entomol.*, **45**, 519-548.
35. Solognac M., Cornuet J.M., Vautrin D., Le Conte Y., Anderson D., Evans J., Cros-Arteil S. & Navajas M. (2005). – The invasive Korea and Japan types of *Varroa destructor*, ectoparasitic mites of the Western honeybee (*Apis mellifera*), are two partly isolated clones. *Proc. roy. Soc. Lond., B, biol. Sci.*, **272** (1561), 411-419.
36. Stokstad E. (2007). – The case of the empty hives. *Science*, **316** (5827), 970-972.
37. Tentcheva D., Gauthier L., Zappulla N., Dainat B., Cousserans F., Colin M.E. & Bergoin M. (2004). – Prevalence and seasonal variations of six bee viruses in *Apis mellifera* L. and *Varroa destructor* mite populations in France. *Appl. environ. Microbiol.*, **70** (12), 7185-7191.
38. Thuiller W., Lavorel S., Araujo M.B., Sykes M.T. & Prentice I.C. (2005). – Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proc. natl Acad. Sci. USA*, **102** (23), 8245-8250.
39. Weinstock G.M., Robinson G.E., Gibbs R.A., Worley K.C., Evans J.D., Maleszka R., Robertson H.M., Weaver D.B., Beyreuther M., Bork P., Elisk C.G., Hartfelder K., Hunt G.J., Zdobnov E.M., Amdam G.V., Bitondi M.M.G., Collins A.M., Cristino A.S., Lattorff H.M.G., Lobo C.H., Moritz R.F.A., Nunes F.M.F., Page R.E., Simoes Z.L.P., Wheeler D., Carninci P., Fukuda S., Hayashizaki Y., Kai C., Kawai J., Sakazume N., Sasaki D., Tagami M., Albert S., Baggesman G., Beggs K.T., Bloch G., Cazzamali G., Cohen M., Drapeau M.D., Eisenhardt D., Emore C., Ewing M.A., Fahrbach S.E., Foret S., Grimmelikhuijzen C.J.P., Hauser F., Hummon A.B., Huybrechts J., Jones A.K., Kadowaki T., Kaplan N., Kucharski R., Lebouille G., Linial M., Littleton J.T., Mercer A.R., Richmond T.A., Rodriguez-Zas S.L., Rubin E.B., Sattelle D.B., Schlipalius D., Schoofs L., Shemesh Y., Sweedler J.V., Velarde R., Verleyen P., Vierstraete E., Williamson M.R., Ament S.A., Brown S.J., Corona M., Dearden P.K., Dunn W.A., Elekonich M.M., Fujiyuki T., Gattermeier I., Gempe T., Hasselmann M., Kage E.,

- Kamikouchi A., Kubo T., Kunieda T., Lorenzen M., Milshina N.V., Morioka M., Ohashi K., Overbeek R., Ross C.A., Schioett M., Shippy T., Takeuchi H., Toth A.L., Willis J.H., Wilson M.J., Gordon K.H.J., Letunic I., Hackett K., Peterson J., Felsenfeld A., Guyer M., Solignac M., Agarwala R., Cornuet J.M., Monnerot M., Mougél F., Reese J.T., Vautrin D., Gillespie J.J., Cannone J.J., Gutell R.R., Johnston J.S., Eisen M.B., Iyer V.N., Iyer V., Kosarev P., Mackey A.J., Solovyev V., Souvorov A., Aronstein K.A., Bilikova K., Chen Y.P., Clark A.G., Decanini L.I., Gelbart W.M., Hetru C., Hultmark D., Imler J.L., Jiang H.B., Kanost M., Kimura K., Lazzaro B.P., Lopez D.L., Simuth J., Thompson G.J., Zou Z., De Jong P., Sodergren E., Csuros M., Milosavljevic A., Osoegawa K., Richards S., Shu C.L., Duret L., Elhaik E., Graur D., Anzola J.M., Campbell K.S., Childs K.L., Collinge D., Crosby M.A., Dickens C.M., Grametes L.S., Grozinger C.M., Jones P.L., Jorda M., Ling X., Matthews B.B., Miller J., Mizzen C., Peinado M.A., Reid J.G., Russo S.M., Schroeder A.J., St Pierre S.E., Wang Y., Zhou P.L., Jiang H.Y., Kitts P., Ruef B., Venkatraman A., Zhang L., Aquino-Perez G., Whitfield C.W., Behura S.K., Berlocher S.H., Sheppard W.S., Smith D.R., Suarez A.V., Tsutsui N.D., Wei X.H., Havlak P., Li B.S., Liu Y., Jolivet A., Lee S., Nazareth L.V., Pu L.L., Thorn R., Stöck V., Newman T., Samanta M., Tongprasit W.A., Claudianos C., Berenbaum M.R., Biswas S., de Graaf D.C., Feyereisen R., Johnson R.M., Oakeshott J.G., Ranson H., Schuler M.A., Muzny D., Chacko J., Davis C., Dinh H., Gill R., Hernandez J., Hines S., Hume J., Jackson L., Kovar C., Lewis L., Miner G., Morgan M., Nguyen N., Okwuonu G., Paul H., Santibanez J., Savery G., Svatek A., Villasana D. & Wright R. (2006). – Insights into social insects from the genome of the honeybee *Apis mellifera*. *Nature*, **443** (7114), 931-949.
40. Whitfield C.W., Ben-Shahar Y., Brillet C., Leoncini I., Crauser D., Le Conte Y., Rodriguez-Zas S. & Robinson G.E. (2006). – Genomic dissection of behavioral maturation in the honey bee. *Proc. natl Acad. Sci. USA*, **103** (44), 16068-16075.
41. Williams I.H. (1996). – Aspects of bee diversity and crop pollination in the European Union. *In* The conservation of bees. Linnean Society Symposium Series no. 18 (A. Matheson, S.L. Buchmann, C. O'Toole, P. Westrich & I.H. Williams, édit.) Academic Press, Londres, 63-80.
42. Winston M.L. (1987). – The biology of the honey bee. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
43. Yang X. & Cox-Foster D. (2007). – Effects of parasitization by *Varroa destructor* on survivorship and physiological traits of *Apis mellifera* in correlation with viral incidence and microbial challenge. *Parasitology*, **134**, 405-412.
44. Yang X. & Cox-Foster D.L. (2005). – Impact of an ectoparasite on the immunity and pathology of an invertebrate: Evidence for host immunosuppression and viral amplification. *Proc. natl Acad. Sci. USA*, **102** (21), 7470-7475.

3. Glossário

Termo	Definição	Contexto	Terme	Définition	Contexte
Abelha	Insecto himenóptero que produz mel e cera.	"As abelhas são dos insectos mais activos na polinização das plantas."	Abeille	Insecte qui vit en colonie et qui récolte du nectar et du pollen pour produire du miel.	"Si il y a 3.600 ans que les Egyptiens ont commencé à fidéliser, tant bien que mal, les abeilles, il n'en est pas moins vrai que nous ne pouvons, même de nos jours, parler de domestication de l'abeille."
Apicultor	Abelheiro; Criador de abelhas.	"O apicultor Joaquim Pereira da Fonseca, 71 anos, residente em Alfazazes, na Guarda, abastece de mel duas lojas de referência das cidades de Lisboa e do Porto."	Apiculteur	Éleveur d'abeilles.	"Le Traité Rustica de l'Apiculture répertorie l'ensemble des savoir-faire et des connaissances utiles aux apiculteurs d'aujourd'hui."
Apicultura	Arte de criar abelhas e aproveitar os seus produtos.	"A BioApis é uma empresa que se dedica à apicultura biológica, produzindo e comercializando mel biológico, pólen, propolis e demais produtos apícolas."	Apiculture	Élevage d'abeilles.	"Miel et apiculture, nourrie de cette tradition apicole depuis 3 générations."
Biodiversidade	Conceito que abrange a variedade das espécies biológicas, a diversidade genética numa dada espécie e a diversidade dos ecossistemas.	"O arquipélago dos Açores possui 42 zonas terrestres e (..) identificadas num projecto pioneiro que permitiu elaborar um mapa mundial com mais de 10 mil locais de importância especial para a biodiversidade".	Biodiversité	Caractère divers des espèces animales et végétales.	"Sur l'ensemble de la planète, la biodiversité – la diversité de la vie, depuis les bactéries jusqu'aux plantes, depuis les espèces jusqu'aux écosystèmes – est en déclin".

Cacho	Forma que as abelhas adoptam quando se unem umas às outras para se protegerem do frio no Inverno.	"É fácil constatar, após alguns minutos, pela intranquilidade e diminuição do volume do cacho inicial das abelhas, que a rainha se encontra dentro da colmeia."	Grappe	Regroupement des abeilles, les unes contre les autres jusqu'à former une sorte de boule. Cela produit de la chaleur qui maintient le centre à une température voisine de 30°C.	"A une température d'environ 14° C les abeilles commencent à former une grappe. Celle-ci a une forme à peu près sphérique."
Ciclo	Série de fenómenos que se reproduzem pela mesma ordem; evolução de um ser vivo nos diferentes estudos por que passa.	"A temperatura é a principal variável ambiental que controla o ciclo de vida da medusa".	Cycle	Série de phénomènes se déroulant à périodicité régulière.	"Les exigences d'éco-conception génériques souhaitent que les fabricants prennent en considération l'ensemble du cycle de vie des groupes de produits"
Colmeia	São os cortiços e as caixas de alças e ninhos que servem de habitação às abelhas e onde estas fabricam o mel.	"(...)a visita a uma colmeia no seu ambiente natural. Com esta visita, vai mostrar como vivem e trabalham as abelhas e o processo de extracção do mel até estar pronto para venda."	Ruche	Abri aménagé par l'apiculteur pour abriter un essaim, une colonie d'abeilles.	"Les ruches de 12 cadres sont lourdes et ne conviennent guère à la transhumance."
Disenteria	Infecção no intestino da abelha.	"Mais de 50 pessoas morreram nos últimos dias no Haiti por causa de disenteria e vômitos vinculados à má qualidade da água."	Dysenterie	Inflammation des intestins.	"Elles ont pu attraper la dysenterie, une douloureuse infection intestinale."
Ecótipo	Espécies de uma população genética única, que se adaptam ao ambiente local.	"O ecótipo silibasófilo distribui-se no nordeste, nos maciços de Bragança (...)"	Écotype	Espèce végétale ou animale adaptée génétiquement à son milieu par sélection naturelle.	"Sélection au stade gamétophytique d'écotypes du genre medicago pour la tolérance au stress salin."
Enxameação	Fenómeno natural de migração das abelhas, que pode ocorrer com parte dos indivíduos e a rainha (divisão da colmeia) ou todo o enxame (abandono da colmeia).	"A enxameação interna está na origem dos novos enxames para 73% dos apiários."	Essaimage	Phénomène observé dans le rucher d'abeilles, quand une partie des abeilles quittent le rucher avec une reine pour former une nouvelle colonie.	"Si l'apiculteur pouvait changer l'un des comportements de nos abeilles domestiques, il choisirait probablement celui de l'essaimage."

Enxamear	Multiplicação natural das colónias de abelhas; povoar com abelhas um cortiço ou colmeia móvel.	"As colónias menos produtivas e aquelas com mais tendência para enxamear, o que em última análise são pouco ou nada produtivas."	Essaimer	Quitter la ruche en essaim; au sens figuré se disperser, émigrer en groupe pour former de nouvelles colonies.	"L'apithérapie commence à essaimer ses produits à l'officine."
Epizootia	Doença contagiosa que ataca um número inusitado de animais ao mesmo tempo e na mesma região e que se propaga com rapidez.	"A questão da epizootia de febre aftosa que assolava o país era a maior preocupação dos lentes do Instituto."	Épizootie	C'est une maladie frappant, dans une région plus ou moins vaste, une espèce animale ou un groupe d'espèces dans son ensemble.	"L'épizootie de 1814 a été évoquée, ainsi que la promesse faite alors par le conseil municipal de faire vénérer Saint Wendelin (...)"
Espécie	Grupo de indivíduos que se cruzam entre si na natureza, que produzem descendentes férteis, e que se encontram reprodutivamente separados de outros grupos de seres vivos.	"Mais de mil partes de tigres mortos por caçadores foram encontradas na Ásia na última década, o que aumenta o medo da extinção da maior espécie de felinos."	Espèce	Ensemble d'animaux ayant en commun des caractères distinctifs et étant doués d'interfécondité.	"Six des sept espèces de tortues marines recensées sont aujourd'hui en danger."
Flora	Conjunto de espécies vegetais que se desenvolvem numa região ou país.	"A flora é o conjunto de plantas de uma região ou de um país."	Flore	Ensemble des espèces végétales d'un milieu.	"Un premier pas vers la connaissance de la flore qui peuple notre environnement sur Le Tréport et les environs."
Flores de acácia	Flor da árvore Acácia, planta do género Acacia, da família Fabaceae. As abelhas têm uma preferência especial pelo rico nectar das flores das acácias.	"Flor de Acácia - Recolhida a partir de pequenas árvores que florescem em áreas tropicais, tem propriedades antiespasmódicas."	Fleurs d'acacia	Arbre de la famille des papilionacées également appelé robinier.	"Saviez-vous que vous pouviez faire de délicieux beignets de fleurs d'acacia?"
Fundo genético	Conjunto de genes (e alterações cromossómicas dos factores extracromossómicos) existentes numa dada população.	"Sendo assim, a genética das populações tenta compreender as causas das modificações do fundo genético e descrever a composição genética das populações."	Pool génétique	Ensemble résultant du croisement de reproducteurs de races différentes, dont la variabilité est exploitée par les programmes d'amélioration génétique.	"Dans une population stable, la fréquence avec laquelle un gène réapparaît est proportionnelle au nombre total de gènes dans le pool génétique."

Geleia real	Alimento forte dado às rainhas e às larvas até aos três dias de idade.	"A Geleia Real é segregada pelas glândulas faringíneas das abelhas operárias com 5 a 14 dias de idade."	Gelée royale	Substance très nutritive produite par les ouvrières au moyen de leurs glandes; elle sert de nourriture aux larves, ainsi qu'à la reine.	"La gelée royale est le produit de sécrétion du système glandulaire céphalique des abeilles ouvrières, entre le cinquième et le quatorzième jour de leur existence."
Gregárias	Abelhas da mesma espécie com tendência a reunirem-se e viver juntos.	"As florestas de Gimnospermas são em geral gregárias, compondo florestas."	Grégaires	Relatif à la vie en groupe sans organisation interne en parlant d'animaux.	"La sérotonine transforme des crickets solitaires en grégaires."
Habitat	Local ou meio apropriado para a vida normal de qualquer ser vivo	"Começaram esta quarta-feira e devem prolongar-se durante dois meses os trabalhos para recuperar o habitat da Freira da Madeira, afectados pelos últimos incêndios."	Habitat	Milieu naturel d'une espèce animale.	"Certains habitats, pour de multiples raisons, méritent des mesures de protection particulières."
Hospedeiro	Organismo que abriga ou alimenta outro organismo parasita.	"No hospedeiro <i>A. fabae</i> emergiu também o maior número de parasitóides braconídeos <i>L. fabarum</i> ."	Hôte	Humain ou animal ayant un virus, un parasite	"Mutualisme: parasite et hôte vivent en association durable sinon constante, nécessaire et bénéfique aux deux."
Larva	Embrião que se torna livre, abandonando normalmente os invólucros ovulares ou o organismo progenitor.	"O pólen das flores é a substância essencial para a alimentação das larvas."	Larve	Forme que présentent beaucoup d'animaux, comme les abeilles, en sortant de l'œuf.	"La larve étrange que nous avons trouvé dans un tas de feuilles mortes dans un endroit calme du ruisseau est une larve d'érystale aquatique."
Mel	Substância açucarada que as abelhas preparam com as matérias que extraem das flores.	"Mesmo durante a época de produção de mel a criação deve ser inspeccionada, procurando sinais da doença."	Miel	Aliment sucré que fabriquent les abeilles à partir du nectar.	"Les abeilles produisent du miel depuis 150 millions d'années."
Melada	Produção de mel de uma época.	"Sendo a melada uma excreção orgânica bastante rica em açúcares, proporciona posteriormente fungos tipo fumagina."	Miellat	Matière sucrée produite par certains insectes à partir de la sève des plantes et recueilli par les abeilles.	"Plus le nectar ou le miellat de la source est concentré plus il est attractif."

Melissicoccus pluton	Bactéria que afecta o intestino da larva de abelha.	"Também na apicultura os nitrofuranos são utilizados para o controlo da loque americana (<i>Paenibacillus larvae larvae</i>) e europeia (<i>Melissococcus pluton</i>)."	Melissicoccus pluton	C'est l'agent d'une maladie des abeilles, connue sous le nom de loque européenne.	"La loque européenne est générée par <i>Melissicoccus pluton</i> , en association avec d'autres bactéries."
Microsporídio	Parasita do reino dos fungos, unicelular e formador de esporos. Encontram-se apenas em seres hospedeiros.	"Por último, foi descrito um microsporídio identificado como pertencendo ao género <i>Spraguea</i> , localizado nos nervos da medula espinal do tamboril (...)"	Microsporide	Parasite du règne des <i>fungi</i> .	"Environ la moitié de la population de la planète en bonne santé plus particulièrement les individus vivants sous les climats tropicaux sont ou ont été porteurs de microsporidies."
Moléculas acaricidas	Moléculas provenientes de acaricidas, plaguicidas utilizados pelos apicultores para eliminar ou prevenir a presença de ácaros, mediante acção química.	"Nas últimas décadas, a introdução no tratamento da DC de novas moléculas acaricidas, melhorou de forma significativa o prognóstico desta doença."	Moléculas acaricides	Molécule destructeur d'acariens.	"Pratiquer l'alternance entre chacun des neuf groupes de molécules acaricides: pas plus d'une matière active de chaque groupe par saison."
Néctar	Líquido açucarado segregado pelas abelhas dos nectários, principal elemento para o fabrico do mel.	"As épocas de tratamento são semelhantes às do anterior, com a particularidade de este poder ser utilizado durante o fluxo de néctar."	Nectar	Liquide que récoltent les abeilles dans les fleurs pour produire du miel.	"Les abeilles produisent du miel grâce au nectar qu'elles récoltent."
Nosema apis	Microsporídio que causa a nosebose, a doença que mais atinge as abelhas.	"No entanto, o seu diagnóstico é muitas vezes difícil uma vez que o agente causal não é visível a olho nu e, no caso da <i>Nosema apis</i> , raramente provoca a morte da colónia afectada."	Nosema apis	Champignon microscopique unicellulaire parasite qui provoque des infections chez les abeilles.	"Visiblement, le contrôleur sanitaire de la DDSV confond <i>Nosema ceranae</i> avec son 'cousin' <i>Nosema apis</i> , dont l'infestation s'arrête en effet dès les premières chaleurs de l'été."

Nosema ceranae	Microsporídio que pode causar noselose.	"O director do Centro Apícola de Marchamalo (...) afirmou que cerca 50 % das 175.000 colónias que existem na região podem estar infectadas por <i>Nosema ceranae</i> , tendo alertado que se não forem tomadas medidas muitas podem morrer."	Nosema ceranae	Champignon microscopique unicellulaire parasite d'origine asiatique susceptible de provoquer des infections fongiques (dites nosémoses) chez certaines espèces d'insectes, dont l'abeille.	"L'espèce <i>Nosema ceranae</i> est présente en France dans les colonies d'abeilles."
Obreira	Cada um dos indivíduos estéreis das associações de insectos, especialmente abelhas, vespas e formigas.	"Quando a obreira usa seu ferrão, as suas vísceras são, geralmente, arrancadas, e ela morre logo em seguida."	Ouvrière	Femelle stérile chez les insectes sociaux, qui travaille pour la colonie.	"Dans une colonie d'abeilles, toutes les ouvrières sont semblables et pourtant différent entre elles par les tâches qu'elles accomplissent."
Parasita	Animal ou planta que, associado com outro ser vivo, o prejudica de qualquer modo.	"Cientistas do Instituto de Medicina Molecular vão desenvolver uma vacina contra a malária usando um parasita que infeta apenas roedores (...)"	Parasite	Être vivant; se nourrissant aux dépens de l'organisme vivant qui l'abrite.	"Par exemple, le pou est un parasite de l'homme puisqu'il se nourrit de son sang."
Parasitose	Afecção devida a parasitas e o conjunto de manifestações patológicas que ela provoca.	"Como acontece nas maiorias das doenças, nas parasitoses um diagnóstico clínico definitivo é raramente uma condição com margem satisfatória de segurança."	Parasitose	Affection due à un parasite.	"Parasitose intestinale d'enfants ayant vécu ou voyagé dans les régions d'endémie."
Patogénico	Relativo à patogenia.	"Avaliação do potencial patogénico dos genes sabA e hopZ de estirpes de Helicobacter Pylori isoladas numa população portuguesa."	Pathogénique	Relatif à la pathogénie, processus ou étude du processus provoquant une maladie.	"Les mutations pathogéniques BRCA1 et BRCA2 contribuent dans une proportion significative aux cancers héréditaires familiaux du sein et/ou de l'ovaire chez les descendants canadiens-français."

Pólen	As abelhas recolhem-no das flores e transportam-no nas patas traseiras.	"As colónias fracas no início da Primavera são as mais susceptíveis à doença, assim como zonas relativamente pobres em fontes de pólen."	Pollen	Poudre qui se trouve sur les fleurs et qui sert à la reproduction des plantes; les abeilles l'utilisent comme source de protéine.	"Une colonie d'abeilles consomme en moyenne entre 20 et 30 kg de pollen par an. "
Polinizador	Que pratica ou é agente da polinização.	"Até hoje não tinha sido cientificamente comprovado que estes pudessem fazer de agente polinizador, apenas eram conhecidos como devoradores (...)"	Pollinisateur	Insecte qui pollinise les fleurs en transportant du pollen des étamines jusqu'aux stigmates.	"Aujourd'hui grâce au rôle pollinisateur des abeilles: elles pollinisent 80% des plantes de la Terre et plus de 20 000 plantes (...)"
Polinizar	Provocar a fecundação de (flor), utilizando o pólen.	"As abelhas tem como objectivo permanente, polinizar e produzir o seu mel."	Polliniser	Déposer, répandre le pollen.	"Le parfum floral notamment pour les fleurs qui se font polliniser de nuit (chèvrefeuille par exemple) a un double rôle (...)"
População	Conjunto das espécies animais e vegetais que habitam determinado meio	"De uma população com mais de cem mil tigres, hoje existem cerca de 3.500 animais em todo o mundo."	Population	Ensemble d'individus d'une même espèce occupant un même territoire	"Dans l'ensemble, plus qu'un quart (27 %) de la population des mammifères méditerranéens est en déclin."
Praga	Conjunto dos insectos ou doenças que atacam plantas ou animais; flagelo.	"Nova lorque está confrontada com uma praga de percevejos, que já apareceram em atracções emblemáticas, como o Empire State Building (...)"	Fléau	Grand malheur d'origine naturelle ou humaine qui frappe et ravage une collectivité.	"La larve de hanneton peut se révéler un vrai fléau pour le jardin."
Predador	Diz-se do animal que ataca outros, destruindo-os	"De todos os animais do planeta, o tubarão branco é o maior predador dos oceanos, com um peso de quase 2 toneladas (...)"	Prédateur	Animal qui se nourrissant de proies.	"Anaconda: un méga prédateur qui présente l'un des plus gros et dangereux serpent."

Protozoário	Relativo ou pertencente aos protozoários.	"Existem quase 30 000 espécies diferentes de protozoários, microrganismos unicelulares que vivem sobretudo na água ou em líquidos aquosos."	Protozoaire	Élément de l'embranchement comprenant tous les animaux unicellulaires sans chlorophylle.	"Les amibes et les flagellés sont quelques exemples de protozoaires."
Rainha	Abelha adulta e fértil, mãe de todas as outras abelhas da colméia.	"Para realizar a postura, a rainha percorre os favos, sobretudo na área da criação."	Reine	Seule femelle de la colonie qui pond des oeufs fertiles.	"(...) Mais une seule deviendra reine en étant nourrie de cette même gelée le 4e et le 5e jour de son existence."
Síndrome do colapso das colónias	Morte súbita das abelhas nas colónias.	"Este fenómeno, chamado 'Síndrome do Colapso das Colónias', tem várias consequências no equilíbrio natural (...)"	Syndrome de dépopulation des colonies	La perte des colonies d'abeilles.	"Aux Etats-Unis, des milliards d'abeilles ont également disparu, victime de ce que l'on nomme désormais le Syndrome de dépopulation des colonies."
Varroa	Tipo de parasita associado às abelhas	"Evolução da distribuição de <i>varroas</i> em colónias mantidas no Alentejo."	Varroa	Acarien qui parasite les abeilles.	"Le <i>varroa</i> prélève des protéines de la lymphe de l'abeille ce qui entraîne une carence en corps gras."
Varroa destructor	Espécie de parasita que ataca abelhas, sob a forma de uma doença denominada varroatose.	"Avaliação da população de ácaros <i>Varroa destructor</i> a partir da sua recolha."	Varroa destructor	Est un acarien parasite de l'abeille adulte ainsi que des larves.	" <i>Varroa destructor</i> a un pouvoir pathogène à la fois au niveau individuel, sur le couvain et les abeilles adultes et au niveau de la colonie d'abeille."
Vírus	Agente (microrganismo) infeccioso de muitas doenças.	"O ácaro pode ser também um vector de vírus da abelha melífera."	Virus	Agent pathogène caractérisé par une très faible taille (invisible au microscope optique).	"Le virus du sida fait partie de la famille des lentivirus."